



Universidad Católica Andrés Bello
Facultad De Ingeniería
Escuela De Ingeniería Industrial

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE
UN SISTEMA DE GALVANIZADO ELECTROLÍTICO PARA
UNA EMPRESA QUE FABRICA CADENAS ESLABONADAS
DE ACERO, EN EL ESTADO MIRANDA**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR

Espinoza Viani, Carlos E.

PROFESOR GUÍA

Ing. Joao De Gouveia

FECHA

25 de Septiembre de 2007

Dedicatoria y Agradecimientos

- A mis padres, Milagros Viani y Edgar Espinoza, por toda la formación, apoyo y guía que me han dado, por confiar, por sentirse orgullosos y esperar lo mejor de mí. Son mi base y mi llegada. No estaría acá de no ser por ustedes.
- A mi hermano, Edgar Espinoza, por siempre saber dónde están las cosas y no dejarme solo cuando lo necesité, cuando no encontraba el control o sencillamente necesitaba el transformador de la laptop; y a mi abuela (la Nena), al igual que mi hermano, por siempre estar a mi lado para todo, para los que siempre trataré de estar; a Margot, que sé que me desea lo mejor.
- A Giovanni Sparcio, Constantino Sparacio, a la Sra Carmen, a Miguel Angel, por haberme brindado esta oportunidad y haber sido fieles en colaboración, apoyo y respaldo durante la elaboración y desarrollo de mi trabajo de especial de grado.
- A mis amigos cercanos, ante los que me quedo sin palabras para agradecer la compañía, las experiencias, la aceptación y el apoyo: Nathalie y Jesús Argüellos, John Estevez, José Manuel Dávila, Miguel Díaz, José Augusto Rojas, Jean Carlos Padilla y Maholy López.
- A todos mis panas de la universidad que me han apoyado y han surgido en los momentos indicados: Gabriela Chaurán, Ismael Parra, Karen García, Alejandro Yaber, Ainoa Mazeika, y como olvidar a Mika Yanez que siempre abría el portón de la empresa.
- A la Señora Anani y al Señor Cheo, por su hospitalidad definitivamente incondicional; a la Señora María y a la Abuela por sus atenciones.
- A mi tutor, Ing. Joao de Gouveia por la paciencia para enseñar y guiarme hasta que diera con una buena directriz.
- A mi Tía Hilda y mi Tío Luís, a mi Tía Bella y Rome, que sé que están siempre pendientes, no importa si andan cerca o lejos.
- Y a aquel encargado que todo se haya dado como se dio.

Gracias,

Carlos E. Espinoza Viani.



Índice General

Índice de Diagramas	iv
Índice de Ecuaciones.....	iv
Índice de Gráficos	iv
Índice de Ilustraciones	v
Índice de Tablas.....	v
Índice de Anexos	vii
Sinopsis	viii
Introducción	1
CAPÍTULO I: Descripción de la Empresa.....	3
1.1.- Nombre	3
1.2.- Ubicación	3
1.3.- Descripción General.....	3
1.4- Estructura Organizativa.....	4
CAPÍTULO II: Descripción del Problema	5
2.1.- Justificación	5
2.2.- Objetivos.....	6
2.2.1.- Objetivo General.....	6
2.2.2.- Objetivos Específicos	6
2.3.- Alcances	6
2.4.- Limitaciones.....	7
CAPÍTULO III: Marco Teórico.....	8
3.1.- Conceptos Relacionados	8
3.1.1.- Galvanizado en Caliente	8
3.1.2.- Galvanizado Electrolítico.....	8
3.2.- Herramientas Gráficas	9
3.2.1.- Diagrama de flujo de procesos	9
3.2.2.- Diagramas de Flujo Simple	10
3.2.4.- Matriz DAFO	10



CAPÍTULO IV: Marco Metodológico	11
4.1.- Tipo de Estudio.....	11
4.2.- Técnicas y/o Instrumentos.....	11
4.3.- Procedimiento.....	12
4.4.- Estructura del Trabajo Especial de Grado	14
CAPÍTULO V: Descripción de la Situación Actual.....	15
5.1.- De la Materia Prima y los Suministros	15
5.2.- Del Proceso	17
5.2.1.- Del Decapado y el Trefilado.....	18
5.2.2.- Doble, Soldadura y Corte	19
5.2.2.1.- Del Alimentación de las Dobladoras	20
5.2.3.- Galvanizado	20
5.2.4.- Desenredado y Envasado.....	21
5.3.- Del Producto	22
5.4.- De los Recursos, Equipos y Operatividad.....	24
5.5.- De la Capacidad, Tiempos y Productividad	24
CAPÍTULO VI: Estudio Técnico	28
6.1.- Aspectos Técnicos	29
6.1.1.- Descripción del Proceso de Galvanizado.....	29
6.1.1.1.- Detalles Cuantitativos Inherentes al Proceso.....	35
6.1.1.2.- Valores del Indicador KGPH.....	37
6.1.2.- Equipos Requeridos	37
6.1.3.- Espacios Requeridos.....	39
6.1.4.- Distribución de Planta.....	40
6.1.5.- Otros Requerimientos.....	43
6.2.- Personal Requerido.....	44
6.3.- Ergonomía, Higiene y Seguridad Ocupacional	45
CAPÍTULO VII: Análisis Financiero	48
7.1.- Análisis y Proyección de Ventas	48
7.1.1.- Escenario 1 - Optimista	52
7.1.2.- Escenario 2 - Pesimista.....	54



7.2.- Estudio de Costos	54
7.2.1.- Costos asociados a la Situación Actual (Alternativa 1)	55
7.2.2.- Costos asociados al Sistema de Galvanizado y Envasado Propuesto (Alternativa 2)	56
7.2.2.1.- Costos Directos	57
7.2.2.1.1.- Mano de Obra Directa	57
7.2.2.1.1.1.- Salarios	57
7.2.2.1.1.1.- Otros Beneficios	59
7.2.2.1.2.- Materia Prima	59
7.2.2.2.- Carga Fabril	60
7.2.2.2.1.- Materiales Indirectos	60
7.2.2.2.2.- Otros Costos Indirectos	60
7.2.2.2.2.1.- Depreciación	61
7.2.2.2.2.2.- Financiamiento	62
7.2.2.2.2.3.- Mantenimiento	63
7.2.2.2.2.4.- Servicios	63
7.2.2.3.- Valores del Indicador PPKG	63
7.3.- Análisis de Ahorro Proyectado	63
7.3.1.- Cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima	64
7.3.2.- Cálculo de VPN y TIR	65
Conclusiones y Recomendaciones	71
Conclusiones	71
Recomendaciones	73
Bibliografía	75
Otras Consultas	75
Referencias Electrónicas	75
Glosario	76



Índice de Diagramas

Diagrama 1: Estructura Organizativa de Metal Mecánica Trinacria.....	4
Diagrama 2: Proceso de galvanizado en Caliente.....	8
Diagrama 3: Estructura metodológica del Trabajo Especial de Grado.....	14
Diagrama 4: Proceso de fabricación de cadenas eslabonadas.....	17
Diagrama 5: Proceso de decapado y trefilado para los alambrones.....	18
Diagrama 6: Doble, Soldadura y Corte de Cadenas Eslabonadas.....	19
Diagrama 7: Proceso de alimentación de las Dobladoras con Alambón.....	20
Diagrama 8: Secuencia de Tanques para Galvanizado Electrolítico.....	30
Diagrama 9: Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.....	32
Diagrama 10: Actividades del Proveedor, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.....	33
Diagrama 11: Actividades del Galvanizador, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.....	34
Diagrama 12: Actividades del Envasador, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.....	35
Diagrama 13: Diagrama nodal de la distribución del área de galvanizado, y sus principales relaciones.....	42
Diagrama 14: Diagrama métrico de la distribución del área de galvanizado.....	42
Diagrama 15: Esquema de Costos para el Sistema de Galvanizado y Envasado.....	56

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1: Tiempo asociado al proceso de producción y galvanización de cadenas eslabonadas.....	25
Ecuación 2: Tiempo asociado al proceso de galvanizado hecho por un tercero.....	25
Ecuación 3: Curva de tendencia de los datos del Gráfico 5.....	53
Ecuación 4: Curva de tendencia de los datos del Gráfico 6.....	53
Ecuación 5: Expresión para el cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima.....	64

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Toneladas de alambón comprado durante los tres (3) últimos años.....	15
Gráfico 2: Ventas totales de cadenas de todos los diámetros, desde el 2003 hasta la actualidad.....	23
Gráfico 3: Volúmenes de ventas mensuales para los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y parte del.....	49
Gráfico 4: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y 2007.....	51
Gráfico 5: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.006 y 2007.....	52
Gráfico 6: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.005 (estimado), 2.006 y 2007.....	53
Gráfico 7: Horizonte de Costos para la alternativa 1.....	66



Gráfico 8: Horizonte de Costos para la alternativa 2.....	66
Gráfico 9: Inversión versus Ahorro en el Escenario 1.....	67
Gráfico 10: Representación del Ahorro versus la Inversión en el Escenario 1, para el cálculo de la.....	68
Gráfico 11: Inversión versus Ahorro en el Escenario 2.....	69
Gráfico 12: Representación del Ahorro versus la Inversión en el Escenario 2 para el cálculo de la.....	70

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Simbología para los Diagramas de Flujo de Procesos.....	10
Ilustración 2: Materia prima almacenada en el patio de la empresa.....	16
Ilustración 3: Parámetros de medida asociados a las cadenas eslabonadas.....	22
Ilustración 4: Vista de perfil del Conjunto de Tanques para Galvanizado Electrolítico.....	31
Ilustración 5: Vista de planta del Conjunto de Tanques para Galvanizado Electrolítico.....	31
Ilustración 6: Visualización global del Análisis de Costos.....	55

Índice de Tablas

Tabla 1: Cronograma Asociado al desarrollo del Trabajo Especial de Grado.....	13
Tabla 2: Relación entre Materia Prima, Proveedores y Producto Terminado.....	16
Tabla 3: Relación de suministros necesarios para la producción de cadenas eslabonadas de acero.....	17
Tabla 4: Relación de entre el diámetro, el peso por metro, y el largo para cincuenta (50) kilogramos de Cadena.....	20
Tabla 5: Tiempos de desenredado y envasado de cadenas ya galvanizadas.....	22
Tabla 6: Características asociadas a los distintos diámetros de cadena producidos.....	23
Tabla 7: Personal correspondiente a las maquinas del proceso productivo.....	24
Tabla 8: Capacidades de producción máximas de cadenas negras.....	25
Tabla 9: Valores actuales indicadores PPKG y FGPH, calculados para cada diámetro de cadena producida.....	27
Tabla 10: Datos utilizados para el cálculo del indicador PPKG.....	27
Tabla 11: Medidas de interés para los tipos de cadena, en función de su diámetro.....	36
Tabla 12: Parámetros del sistema de galvanizado electrolítico, para cada diámetro de cadena eslabonada.....	36
Tabla 13: Energía consumida por cada kilogramo galvanizado de cadena, según su diámetro.....	37
Tabla 14: Valores del Indicador KGPH para el sistema de galvanizado propuesto, y su variación respecto al Actual.....	37
Tabla 15: Equipos de Control necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	37
Tabla 16: Equipos de Producción necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	38
Tabla 17: Equipos de Mantenimiento necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	38
Tabla 18: Equipos de Transporte necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	39
Tabla 19: Espacio requerido para las distintas instalaciones del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	39



Tabla 20: Composición y medidas del Conjunto de Tanques.....	40
Tabla 21: Categorización de interrelación entre sub-áreas, según su importancia.....	40
Tabla 22: Niveles de relación entre las distintas sub-áreas, del área de galvanizado.	41
Tabla 23: Valoración de los niveles de relación y establecimiento de jerarquía de todas las sub-áreas.....	41
Tabla 24: Distancias en metros entre las distintas sub-áreas, para la distribución propuesta.....	43
Tabla 25: Evaluación de la propuesta para la distribución del área de galvanizado.....	43
Tabla 26: Materia Prima e Insumos requeridos para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	43
Tabla 27: Servicios requeridos para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	44
Tabla 28: Personal requerido para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.....	45
Tabla 29: Insumos y Equipos de Higiene y Seguridad requerido para el funcionamiento del sistema de.....	47
Tabla 30: Participaciones porcentuales promedio por mes.....	50
Tabla 31: Participaciones porcentuales promedio por diámetro.....	50
Tabla 32: Estimaciones de las ventas de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2.007.....	51
Tabla 33: Ventas estimadas (en toneladas), por diámetro, para los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y.....	54
Tabla 34: Ventas estimadas (en toneladas), por diámetro, para los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y.....	54
Tabla 35: Parámetros de medida asociados a las cadenas eslabonadas.....	55
Tabla 36: Costos Directos por Kilogramo de Cadena.....	57
Tabla 37: Costos Anual de Mano de Obra Directa.....	57
Tabla 38: Lineamientos para la determinación de los Salarios.....	58
Tabla 39: Sueldo Base para cada operador.....	58
Tabla 40: Aportes Patronales Anuales por operador.....	58
Tabla 41: Resumen de Costo Anual de Salario por operador y nómina total.....	59
Tabla 42: Costo Anual de Otros Beneficios recibidos por los Operadores.....	59
Tabla 43: Costo de Materia Prima por Kilogramo.....	59
Tabla 44: Costo Electricidad por Kilogramo, para cada diámetro de cadena.....	60
Tabla 45: Carga Fabril asociada al galvanizado y envasado de cadenas.....	60
Tabla 46: Carga Fabril asociada al galvanizado y envasado de cadenas.....	60
Tabla 47: Resumen de Otros Costos Indirectos Asociados.....	61
Tabla 48: Cuadro resumen para las Instalaciones Iniciales y su costo.....	61
Tabla 49: Cuadro de Depreciación para los Controladores de Temperatura.....	62
Tabla 50: Desarrollo detallado del plan de financiamiento recomendado.....	62
Tabla 51 : Resumen de costos asociados a servicios.....	63
Tabla 52: Valores del Indicador PPKG para el sistema de galvanizado propuesto, y su variación respecto al Actual.....	63
Tabla 53: Variación Anual Promedio del IPIMP.....	64
Tabla 54: Costos Anuales Proyectados para cada alternativa en el Escenario 1.....	66
Tabla 55: Valores presentes al 2.008 de los costos asociados a cada alternativa en el Escenario 1.....	66
Tabla 56: Montos en millones de Bolívares para el Ahorro e Inversión Anual en el Escenario 1.....	67



Tabla 57: Costos Anuales Proyectados para cada alternativa en el Escenario 2.....	68
Tabla 58: Valores presentes al 2.008 de los costos asociados a cada alternativa en el Escenario 2.....	68
Tabla 59: Montos en millones de Bolívares para el Ahorro e Inversión Anual en el Escenario 2.	69
Tabla 60: Cronograma Asociado al desarrollo del Trabajo Especial de Grado.	74

Índice de Anexos

Anexo A 1: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Corriente.	b
Anexo A 2: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Velocidad.....	b
Anexo A 3: Cuadro de Depreciación del Cuarto de Control.	b
Anexo A 4: Cuadro de Depreciación del Sistema de Filtración.	c
Anexo A 5: Cuadro de Depreciación del Sistema Sensor de Movimiento.....	c
Anexo A 6: Cuadro de Depreciación del Sistema de Poleas.....	c
Anexo A 7: Cuadro de Depreciación del Sistema de Motores para las Poleas.	d
Anexo A 8: Cuadro de Depreciación de los Contenedores de Transporte.	d
Anexo B 1: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 1.	f
Anexo B 2: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 1.	f
Anexo B 3: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.010 en el Escenario 1.	g
Anexo B 4: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.011 en el Escenario 1.	g
Anexo B 5: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.012 en el Escenario 1.	h
Anexo C 1: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 2.....	j
Anexo C 2: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.009 en el Escenario 2.....	j
Anexo C 3: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.010 en el Escenario 2.....	k
Anexo C 4: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.011 en el Escenario 2.....	k
Anexo C 5: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.012 en el Escenario 2.....	l
Anexo D 1: Oportunidades y Amenazas para la Empresa y el Proyecto.	n
Anexo D 2: Fortalezas y Debilidades para la Empresa y el Proyecto.	o



Universidad Católica Andrés Bello
Facultad De Ingeniería
Escuela De Ingeniería Industrial

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE GALVANIZADO ELECTROLÍTICO PARA UNA EMPRESA QUE FABRICA CADENAS ESLABONADAS DE ACERO, EN EL ESTADO MIRANDA

Tutor:

Ing. Joao De Gouveia

Bachiller:

Carlos E. Espinoza Viani
CI. 17.045.395

Sinopsis

El presente Trabajo Especial de Grado estudia la factibilidad para la implantación de un sistema de galvanizado electrolítico para una empresa que fabrica cadenas eslabonadas de acero, en el Estado Miranda, específicamente en Metal Mecánica Trinacria.

Las cadenas eslabonadas son elaboradas con alambión de acero SAE 1008, el cual es doblado y ensamblado hasta formar la denominada "cadena negra", la cual debe pasar luego por un proceso de recubrimiento para protegerla. Este recubrimiento se realiza mediante galvanizado; casi la totalidad de las cadenas solicitadas a la empresa, son pedidas con galvanizado electrolítico. Actualmente, el proceso de galvanizado electrolítico de las cadenas es realizado mediante la contratación de un servicio externo, lo cual trae como consecuencia generación de costos, dificultades en el control de la calidad, entre otros.

Es por lo antes expuesto que la empresa decidió evaluar la factibilidad para implantar un sistema de galvanizado electrolítico, diseñado por los mismos ingenieros de la empresa, con el fin de disminuir costos, mejorar el control de la calidad, entre otros.

Este estudio describe la situación actual de la empresa, presenta un estudio técnico desarrollado en base a la propuesta realizada por los ingenieros de la empresa, y desarrolla un análisis financiero que permite contrastar el ahorro como función de la diferencia de los costos asociados al servicio externo de galvanizado actual versus el sistema de galvanizado propuesto.



Introducción

Para toda empresa es necesario estar en constante mejoramiento continuo, a fin de poder dar siempre lo mejor de sí a los clientes, con miras a que el cliente perciba su esfuerzo en calidad. Metal Mecánica Trinacria, teniendo lo antes dicho como meta, decidió apoyar a sus ingenieros en el desarrollo de un proyecto que permitiera incorporar a la empresa un proceso intermedio entre la elaboración de la cadena eslabonada y su preparación para la venta; dicho proceso ha sido hasta el momento prestado por un tercero, lo cual hace inherentes factores como: generación de costos, problemas en el control de la calidad, dificultad para el manejo de la cadena proveniente del proceso, entre otros.

La cadena negra es el resultado del doblado y soldadura del alambra de acero SAE 1008, suministrado a Metal Mecánica Trinacria por empresas como SIDOR o TRANSMETALS AVV; SIDOR provee el alambra necesario para la fabricación de los seis (6) diámetros menores de cadena, mientras que TRANSMETALS AVV provee el necesario para la elaboración de la de mayor diámetro. La cadena eslabonada negra es susceptible al daño infringido por el medio ambiente, es por ello que debe ser protegida con el empleo de algún tipo de recubrimiento; el galvanizado electrolítico provee el recubrimiento requerido para mas del 99% de los pedidos solicitados a la empresa, sin embargo, la empresa no realiza dicho recubrimiento en sus instalaciones, por lo que se ve obligada a contratar un servicio externo para la realización de dicho proceso. Una vez se galvaniza electrolíticamente la cadena, esta es devuelta a la empresa para que sea preparada para el envasado, y almacenada temporalmente, para luego ser entregada al cliente.

Debido a la forma en la que la cadena es galvanizada electrolíticamente, esta regresa a la empresa enredada. De los siete (7) diámetros de cadena que la empresa produce, se sabe que los cinco (5) más pequeños son sumamente engorrosos de desenredar una vez que han regresado a Metal Mecánica Trinacria ya galvanizados. En paralelo a esta situación, se generan costos asociados al pago del servicio de galvanizado y a la cancelación por la logística en el transporte de la cadena entre Metal Mecánica Trinacria y la empresa que se encarga del proceso de recubrimiento. Cuando se observan fallas o defectos en el acabado es necesario reenviar la cadena a la empresa que las galvaniza electrolíticamente, para que reacondicione la pieza.



Introducción

Los ingenieros de la empresa volcaron sus esfuerzos al diseño de un sistema de galvanizado electrolítico que atacara situaciones como las que se mencionaron, y resultaron en un conjunto de tanques dispuestos en serie y con los químicos necesarios para realizar el galvanizado electrolítico. El conjunto de tanques se haya dispuesto en serie y con un sistema de poleas (controladas por un sistema de motores) con velocidad angular constante. El sistema de poleas sería el encargado de mover la cadena, generando hondas entre polea y polea, las cuales (en función de la velocidad de avance) se traducirían en tiempo de inmersión en los distintos químicos contenidos en los tanques. De esta forma se galvanizaría la cadena, en un proceso casi totalmente automatizado, el cual concedería a los ingenieros bajos niveles de variabilidad en el acabado del galvanizado; por ser un sistema continuo para el manejo de la cadena, esta saldría totalmente desenredada.

Dado que la implantación de dicho proyecto asocia una inversión, unos costos y un estudio técnico, se diseñó este Trabajo Especial de Grado, con el cual se pretende evaluar la factibilidad de su implantación en la planta; la estructura comprende los siguientes puntos, a fin de cumplir el objetivo general propuesto: Descripción de la Empresa (CAPITULO I), Descripción del Problema (CAPITULO II), Marco Teórico (CAPITULO III), Marco Metodológico (CAPITULO IV), Descripción de la Situación Actual (CAPITULO V), Estudio Técnico (CAPITULO VI), Análisis Financiero (CAPITULO VII), Conclusiones y Recomendaciones.



CAPÍTULO I: Descripción de la Empresa

1.1.- Nombre

Metal Mecánica Trinacria CA.

1.2.- Ubicación

La sede de la empresa se encuentra ubicada en la Urbanización Industrial Las Minas, en San Antonio de los Altos, estado Miranda.

1.3.- Descripción General

La empresa Metal Mecánica Trinacria CA es una compañía fundada en el año 1.968, se desempeña en los sectores de la carpintería metálica y de fabricación de cadenas eslabonadas de acero. La planta cuenta con una sección destinada al trabajo metal-mecánico y dispone de maquinaria de uso general que permite la fabricación de estructuras tanto pesadas como livianas, y su principal producto lo constituyen los encofrados metálicos para la industria de la construcción. Por otra parte, la sección de producción de cadenas, elabora principalmente cadenas eslabonadas de acero, utilizando para ello alambres de acero de diámetros comprendidos entre 3 y 13 milímetros aproximadamente. Esta empresa es la única en Venezuela dedicada a la fabricación de cadenas eslabonadas de acero, por lo que desde su fundación ha sido su compromiso el satisfacer con elevados niveles de calidad los requerimientos de este rubro en el mercado nacional. Desde el año 2003 la empresa exporta una parte de su producción de cadenas al Perú, y se encuentra en negociaciones para iniciar la exportación de las mismas a Colombia.



1.4- Estructura Organizativa

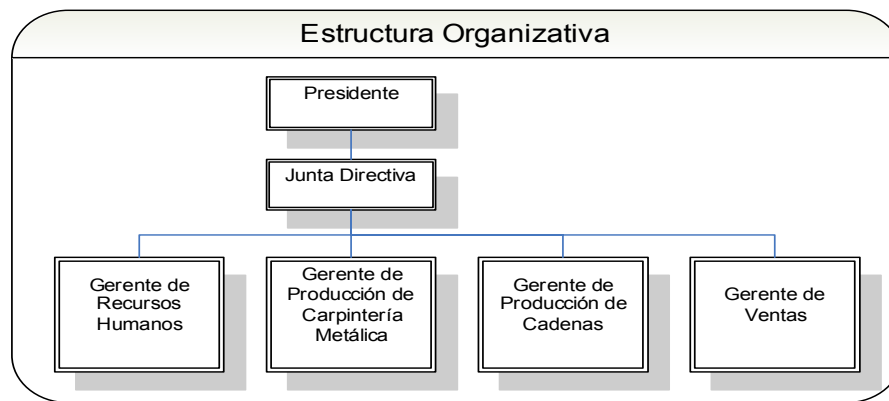


Diagrama 1: Estructura Organizativa de Metal Mecánica Trinacria.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.



CAPÍTULO II: Descripción del Problema

2.1.- Justificación

Para Metal Mecánica Trinacria CA, la producción de cadenas eslabonadas genera aproximadamente el 70% del monto total de las ventas anuales de la empresa. Metal Mecánica Trinacria CA cuenta con un sistema productivo para la manufactura de cadenas de diámetros $\frac{1}{8}$ ", $\frac{3}{16}$ ", $\frac{1}{4}$ ", $\frac{5}{16}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{7}{16}$ ", $\frac{1}{2}$ ", el cual contempla un sistema de manufactura que abarca desde la recepción del alambrón, como materia prima proveniente de SIDOR y de TRANSMETALS AVV, hasta la elaboración de las mismas, pero sin incluir la galvanización necesaria para recubrir el alambrón ya conformado, y protegerlo de la formación de óxidos, resultados del contacto con el ambiente. Por razones de demanda, 99% de las cadenas producidas en la empresa son galvanizadas electrolíticamente, 1% son galvanizadas en caliente, y el resto son vendidas sin ningún tipo de tratamiento.

Para la realización de la galvanización electrolítica es necesario contar con un sistema adecuado o en su defecto, con el servicio de un tercero. Metal Mecánica Trinacria CA emplea la segunda opción, llevando aproximadamente el 99% de sus cadenas a una empresa (también ubicada en San Antonio de los Altos) contratada para tal fin. Dicha empresa no cuenta con la capacidad adecuada para satisfacer la demanda de Metal Mecánica Trinacria CA, y adicionalmente esto genera problemas en el control de la calidad de los acabados, altos costos e inversión de esfuerzo y recursos en logística.

Debido a la necesidad de disminuir los costos, controlar la calidad de los acabados y mejorar la productividad de la empresa, surge la motivación de elaborar un proyecto para poder realizar dentro de ésta, el proceso de galvanización electrolítica para las cadenas eslabonadas producidas, así como evaluar su factibilidad y efectividad.



2.2.- Objetivos

2.2.1.- Objetivo General

Estudiar la factibilidad para la implantación de un sistema de galvanizado electrolítico para una empresa que fabrica cadenas eslabonadas de acero, en el Estado Miranda.

2.2.2.- Objetivos Específicos

1. Describir los procesos actuales desarrollados para la manufactura de cadenas eslabonadas, para conocer la situación de la empresa en términos de procesos operativos, capacidad, operatividad, productividad, recursos, tiempos de espera y niveles de automatización.
2. Plantear diversas alternativas, incluyendo para el desarrollo de las mismas el diseño de planta, factores de higiene, seguridad y ergonomía, estudio de costos y evaluación comparativa, con el uso de las herramientas: análisis de costo-beneficio, valor presente neto y tasa interno de inversión del proyecto.
3. Estimar el grado de reducción de tiempos de espera, recursos a utilizar, ventajas y desventajas de la implementación del proyecto.
4. Proponer una alternativa, así como elaboración de un cronograma de ejecución de actividades para su implantación.

2.3.- Alcances

El trabajo especial de grado se desarrollará en las instalaciones de la empresa Metal Mecánica Trinacria CA, que se encuentran ubicadas en la Urbanización Industrial Las Minas, en San Antonio de los Altos, Estado Miranda

El cronograma establecido para este Trabajo Especial de Grado se ha diseñado de manera tal que sea posible cumplir con todos y cada uno de los objetivos que se han declarado anteriormente, sin embargo estos pueden estar sujetos a factores como la disponibilidad de recursos para la implementación, a la capacidad de la empresa en cuanto a flexibilidad y disponibilidad de adaptación, así como sus políticas y estrategias. Las proyecciones financieras se realizarán para un plazo de 5 años.



Capítulo II: Descripción del Problema

El trabajo Especial de Grado no contempla la implantación del proyecto; sin embargo será entregado y presentado ante las autoridades responsables de la empresa para su evaluación y posible implantación, y uso a discreción.

2.4.- Limitaciones

- La información manejada será suministrada por la empresa, excepto en casos especiales donde se cite lo contrario.
- El desarrollo y resultados estarán sujetos a las políticas y estrategias de la empresa.



CAPÍTULO III: Marco Teórico

3.1.- Conceptos Relacionados

3.1.1.- Galvanizado en Caliente

Los recubrimientos obtenidos con el galvanizado en caliente proporcionan una protección eficaz y duradera a las piezas que son bañadas con zinc. Estos recubrimientos poseen también una adherencia muy superior a la de las pinturas, porque se alean con el acero base. El proceso del galvanizado en caliente se puede sintetizar según el Diagrama 2:

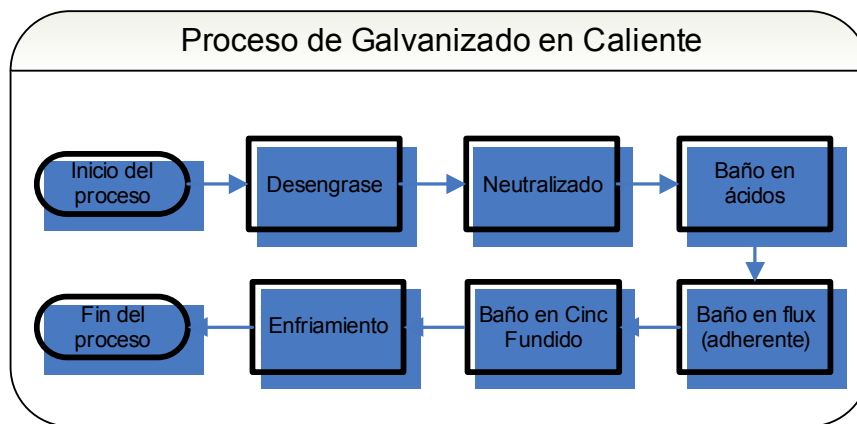


Diagrama 2: Proceso de galvanizado en Caliente.
Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

3.1.2.- Galvanizado Electrolítico

Este proceso consiste en la aplicación de un revestimiento de zinc, a través de electrólisis, sobre la superficie de una pieza, convenientemente preparada. La galvanización electrolítica brinda un revestimiento de menor adherencia que la galvanización en caliente, pero si una mayor pureza del Zinc. Una ventaja que presenta este sistema es la posibilidad de recubrir las superficies con películas más delgadas, lo cual significa menor aporte de material.

En términos más generales, es un proceso electroquímico por el cual se deposita una capa fina de metal sobre una base generalmente metálica. Los objetos se galvanizan para evitar la corrosión, para obtener una superficie dura o un acabado atractivo, entre otros. Los metales que se utilizan normalmente en galvanotecnia son: cadmio, cromo, cobre, oro, níquel, plata, estaño y zinc.



En este proceso, el objeto que va a ser cubierto se coloca en una disolución (baño) de una sal del metal recubridor, y se conecta a un terminal negativo de una fuente de electricidad externa. Otro conductor, compuesto a menudo por el metal recubridor, se conecta al terminal positivo de la fuente de electricidad. Para el proceso es necesaria una corriente continua de bajo voltaje, normalmente de 1 a 6 V. Cuando se pasa la corriente a través de la disolución, los átomos del metal recubridor se depositan en el cátodo o electrodo negativo. Esos átomos son sustituidos en el baño por los del ánodo (electrodo positivo), si está compuesto por el mismo metal, como es el caso del cobre y la plata. Si no es así, se sustituyen añadiendo al baño periódicamente la sal correspondiente. En cualquier caso, se mantiene un equilibrio entre el metal que sale y el metal que entra en la disolución hasta que el objeto está galvanizado. Los materiales no conductores pueden ser galvanizados si se cubren antes con un material conductor como el grafito. La cera o los diseños de plástico para la electrotipia, y las matrices de los discos fonográficos se recubren de esta manera.

Para asegurar una cohesión estrecha entre el objeto a ser recubierto y el material recubridor, hay que limpiar el objeto a fondo, ya sea sumergiéndolo en una disolución ácida o cáustica, o bien utilizándolo como ánodo en un baño limpiador durante un instante. Para eliminar irregularidades en las depresiones de la placa y asegurar que la textura de su superficie es de buena calidad y propicia para el refinado, hay que controlar cuidadosamente la densidad de la intensidad de corriente (amperios por metro cuadrado de superficie de cátodo) y la temperatura. Con frecuencia se añaden al baño ciertos coloides o compuestos especiales para mejorar la uniformidad de la superficie de la placa.

3.2.- Herramientas Gráficas

3.2.1.- Diagrama de flujo de procesos

Es la representación gráfica de la secuencia: de todas las operaciones, el transporte, de las inspecciones, de las demoras y del almacenaje que se efectúa en un proceso o procedimiento. Éste tipo de diagrama puede incluir información que se considere adecuada para mejorar el análisis del proceso. Es útil para determinar como se desarrolla realmente un proceso; al analizar los diferentes pasos de un proceso se podrá ver las relaciones existentes y las posibles causas de problemas potenciales. El nivel de detalles dependerá de la importancia y complejidad del proceso.

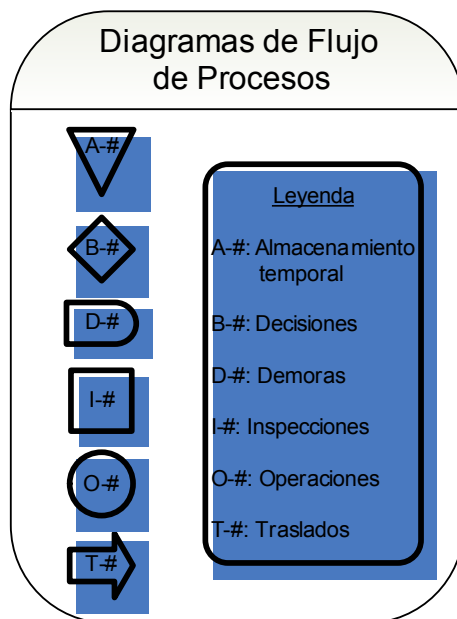


Ilustración 1: Simbología para los Diagramas de Flujo de Procesos.

Fuente: MAYNARD, Manual del Ingeniero Industrial.

3.2.2.- Diagramas de Flujo Simple

Los Diagramas de Flujo Simple son una herramienta que permite sencilla pero poderosa, que permite al personal de todos los niveles en la empresa visualizar procesos como un todo y englobado en operaciones básicas que se deben conocer. Con ella, los gerentes se interesan con más facilidad en el mejoramiento de la calidad, al comprender mucho mejor las interacciones de la gente con su trabajo y con la cultura corporativa. Se comienzan a mostrar las operaciones del proceso que se quiere representar luego de un nodo de inicio, y luego se cierra con un nodo que indique el final del proceso. Su principal función es ilustrar de manera general al observador acerca de las características principales del proceso que se quiere dar a conocer.

3.2.4.- Matriz DAFO

Su objetivo consiste en concretar, en un esquema o una matriz resumen, la evaluación de los puntos fuertes y débiles de una empresa, o en éste caso, un proyecto (competencia o capacidad para generar y sostener sus ventajas competitivas) con las amenazas y oportunidades externas, en coherencia con la lógica de que la estrategia debe lograr un adecuado ajuste entre sus capacidad interna y su posición competitiva externa.



CAPÍTULO IV: Marco Metodológico

4.1.- Tipo de Estudio

El estudio será consumado en Metal Mecánica Trinacria, específicamente en las áreas de manufactura de cadenas eslabonadas de acero, y estará caracterizado por ser una “*investigación por muestra con diseño no experimental*” debido a que presentan una formulación (sugerida por el estudio) de objetivos y preguntas de investigación. Con éste método se analiza, diseña, desarrolla y evalúa un conjunto acciones o actividades que luego podrán ser utilizadas en forma sistemática y controlada a fin de buscar respuesta de manera experimental a un conjunto de preguntas desprendidas del objetivo de la investigación.

Ésta investigación es un diseño no experimental del tipo descriptivo, evaluativo y aplicado. Se considera que es un estudio descriptivo ya que permite describir y registrar el estado actual del área de producción de cadenas eslabonadas de acero. Es de tipo evaluativo ya que se analiza el consumo de alambro proveniente de SIDOR y de TRANSMETALS AVV, apoyados en información proporcionada por la empresa.

Del mismo modo la investigación se considera de tipo aplicada porque una vez culminada la investigación, su función será facilitar a Metal Mecánica Trinacria, el acceso a la información concerniente a la implantación del proyecto, así como a recomendaciones y propuestas de mejoras relacionadas.

4.2.- Técnicas y/o Instrumentos

La recolección de datos se apoya los siguientes instrumentos:

Entrevistas de tipo no estructurada: las cuales son aplicadas a todas aquellas personas que se consideren necesarias y estén involucradas de alguna manera con el proceso de producción de cadenas eslabonadas de acero.

Las observaciones directas: que permitan determinar la situación actual y poder plantear conclusiones y posibles recomendaciones al problema en cuestión. Dichas observaciones serán cumplidas, con la finalidad de determinar y describir las actividades relacionadas con la producción de cadenas eslabonadas.



Materiales: para el desarrollo de la investigación es indispensable contar con la disponibilidad y acceso a un computador, cámara digital, disco de memoria extraíble, información adecuada a la investigación suministrada por la Empresa, material bibliográfico y en general todos los materiales básicos para la toma de notas, apuntes, elaboración de cálculos, entre otros.

Análisis documental: está basado en el estudio y análisis efectuados a las fuentes de información aportadas por Metal Mecánica Trinacria, con el objeto primordial de conocer los factores que intervienen en el proceso de documentación, registro, análisis de cuentas, reportes de sistema, y estados financieros para el período económico en estudio.

La información que se recolecta para desarrollar el estudio, tiene como limitación que la mayoría de la información referente a los procesos productivos proviene de entrevista no estructuradas, las respuestas están enmarcadas en la experiencia y experticia que posee las personas; teniendo de esta forma que la personas con más tiempo al servicio de la empresa pueden aportar una respuesta más detallada de los procesos.

4.3.- Procedimiento

Se describe en las siguientes etapas:

- Etapas 1: Describir y analizar los procesos actuales desarrollados para la manufactura de cadenas eslabonadas, para conocer la situación de la empresa en términos de procesos operativos, capacidad, operatividad, productividad, recursos, tiempos de espera y niveles de automatización.
- Etapas 2: Plantear diversas alternativas, incluyendo en el desarrollo de las mismas el diseño de planta, factores de higiene, seguridad y ergonomía.
- Etapas 3: Estimar el grado de reducción de tiempos de espera, recursos a utilizar, ventajas y desventajas de la implementación del proyecto.
- Etapas 4: Determinar costos asociados a la implementación y puesta en marcha del proyecto, para las distintas alternativas.



Capítulo IV: Marco Metodológico

- Etapa 5: Evaluar y comparar las alternativas entre si por medio de las herramientas: análisis de costo-beneficio, valor presente neto y tasa interna de retorno de inversión del proyecto.
- Etapa 6: Seleccionar y proponer una alternativa, así como elaboración de un cronograma de ejecución de actividades para su implantación.
- Etapa 7: Impresión y encuadernación del Trabajo Especial de Grado.

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Etapa 1													
Etapa 2													
Etapa 3													
Etapa 4													
Etapa 5													
Etapa 6													
Etapa 7													

Tabla 1: Cronograma Asociado al desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

Fuente: Propia.



4.4.- Estructura del Trabajo Especial de Grado

La estructura del Trabajo Especial de Grado y sus apoyos se establecieron de la manera siguiente, según el Diagrama 3:

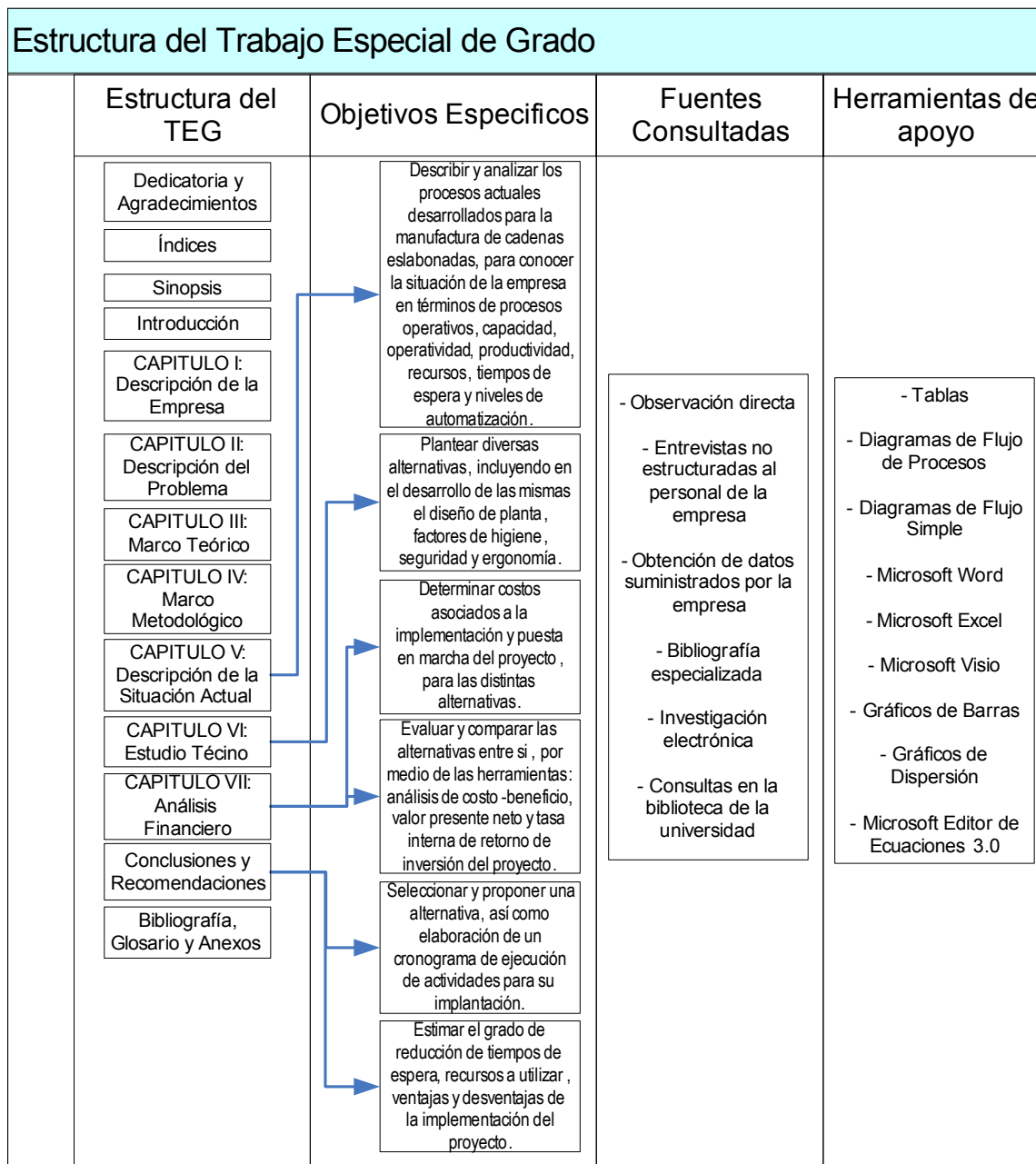


Diagrama 3: Estructura metodológica del Trabajo Especial de Grado.
Fuente: Propia.



CAPÍTULO V: Descripción de la Situación Actual

5.1.- De la Materia Prima y los Suministros

La materia prima empleada para la manufactura de cadenas eslabonadas, son rollos de alambón de alrededor de un (1) metro de diámetro, con aproximadamente 920Kg. Dicho alambón es de acero SAE 1008¹. Una vez en la empresa, es almacenado a la intemperie para favorecer su proceso de envejecimiento. El Gráfico 1 muestra las cantidades (en toneladas) de alambón, comprado por la empresa a sus distintos proveedores, durante los tres (3) últimos años:

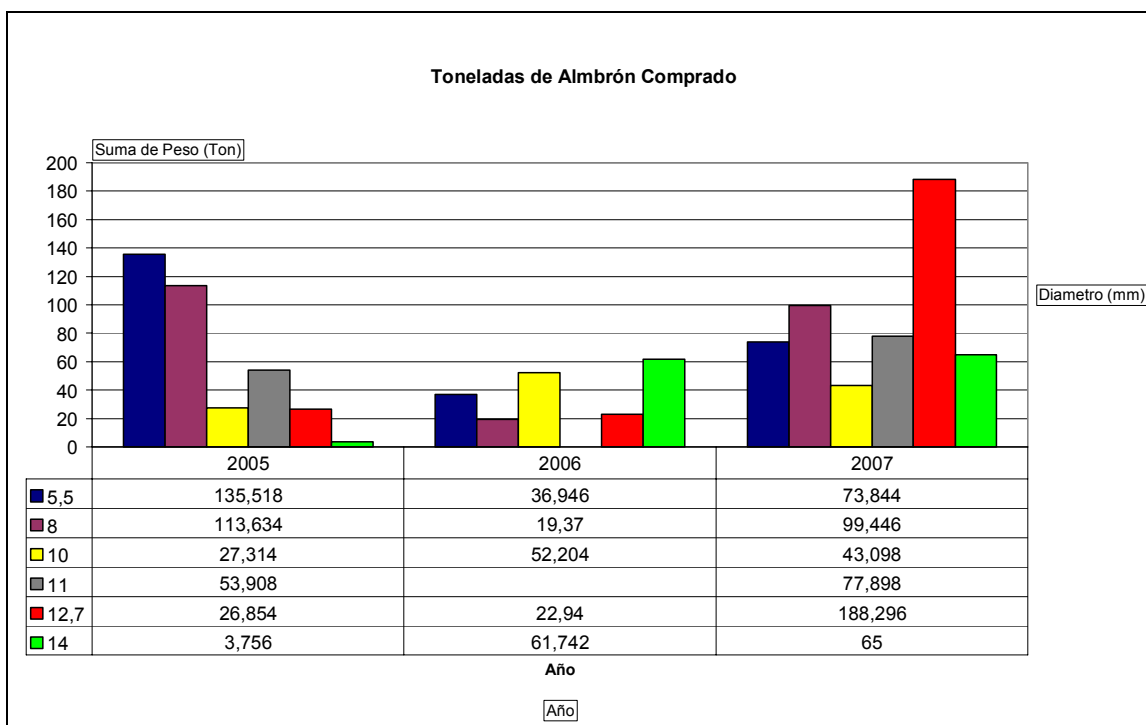


Gráfico 1: Toneladas de alambón comprado durante los tres (3) últimos años.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

¹ **Acero SAE 1008.** Aleantes: Carbono nominal 0,08%, máximo 0,1%; Manganeso en un rango de 0,25% a 0,50%; Fósforo hasta un máximo de 0,04%; Azufre hasta un máximo de 0,05%; Silicio hasta un máximo de 0,1%.



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual



Ilustración 2: Materia prima almacenada en el patio de la empresa.

Fuente: Propia (agosto 2007).

Tal como se ha mencionado, Metal Mecánica Trinacria CA cuenta con dos (2) proveedores de materia prima: SIDOR y TRANSMETALS AVV. Todos los diámetros de alambre son proveídos por SIDOR, con excepción del de mayor tamaño, el cual no es producido por dicha empresa; el alambre de 14mm de diámetro se compra a TRANSMETALS AVV, la cual es una siderurgia ubicada en Trinidad y Tobago.

Diámetro Inicial (mm)	Proveedor	Proceso	Diámetro Final (in)
5,5	SIDOR	1PT+1PT + Recocido + 1PT	$\frac{1}{8}$
	SIDOR	1PT	$\frac{3}{16}$
8	SIDOR	1PT	$\frac{1}{4}$
10	SIDOR	1PT	$\frac{5}{16}$
11	SIDOR	1PT	$\frac{3}{8}$
12,7	SIDOR	1PT	$\frac{7}{16}$
14	TRANSMETALS AVV	1PT	$\frac{1}{2}$

Tabla 2: Relación entre Materia Prima, Proveedores y Producto Terminado.

(1PT: Un (1) paso de Trefilado; se trefila usando un solo dado).

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

En la Tabla 3 se citan los detalles de interés relacionados a los suministros necesarios para el procesamiento del alambre y la producción de cadenas eslabonadas de acero dentro de la empresa, según las actividades que se realizan actualmente dentro de ésta:



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual

Tipo	Proveedor	Uso Promedio		Observaciones
Aceite para Sistemas Hidráulicos	Distribuidora LTP	16	Lt/mes	Hidralub; montacargas, polipastos
Aceite para Compresor	Distribuidora LTP	34	Lt/mes	Compresilub (SAE 40)
Ácido Clorhídrico	Quimicosa SA	1668	Lt/mes	Decapado: 12% (tanque concentrado) y 5% (tanque diluido)
Hidróxido de sodio	Quimicosa SA	151,03	Ton/mes	Se utiliza para el desengrase de las cadenas; relación 10:1 en agua
Aceite para Motores	Distribuidora LTP	15,21	Lt/mes	Multigrado; camiones, montacargas
Aceite para Trefilado	Distribuidora LTP	13,42	Lt/mes	Trefilub; trefiladora

Tabla 3: Relación de suministros necesarios para la producción de cadenas eslabonadas de acero.

Fuente: Propia.

5.2.- Del Proceso

El proceso actual para la producción de cadenas eslabonadas de acero, partiendo de la recepción del alambcón como materia prima hasta el almacenamiento de la cadena ya galvanizada y envasada lista para vender, se puede describir de forma general para todos los diámetros de cadena producidos, en las siguientes etapas, tal como se muestra en el Diagrama 4:

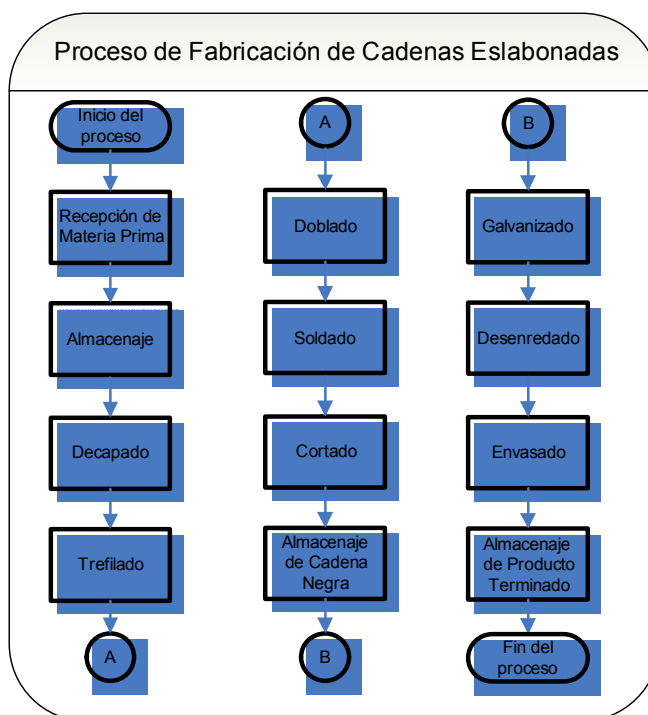


Diagrama 4: Proceso de fabricación de cadenas eslabonadas.

Fuente: Propia.



5.2.1.- Del Decapado y el Trefilado

Al momento de comenzar el proceso de producción, este alambcón es sometido a un proceso de decapado. El decapado es mecánico para los alambrones utilizados para producción de los cinco diámetros de cadena más pequeños ($1/8''$, $3/16''$, $1/4''$, $5/16''$ y $3/8''$) y químico para los diámetros de cadena más grandes ($7/16''$ y $1/2''$). Luego, el alambcón es trefilado. La razón de por qué un tipo de decapado y por qué otro, radica en la potencia de la trefiladora, debido a que el decapado mecánico se ejecuta halando el alambcón con dicha máquina, haciéndolo pasar intrincadamente por unas ruedas que lo doblan provocando el desprendimiento de la capa de óxidos y sucios; la trefiladora no posee la potencia suficiente para generar un buen decapado en los alambrones de mayor diámetro. La decapadora mecánica es alimentada por un devanador.

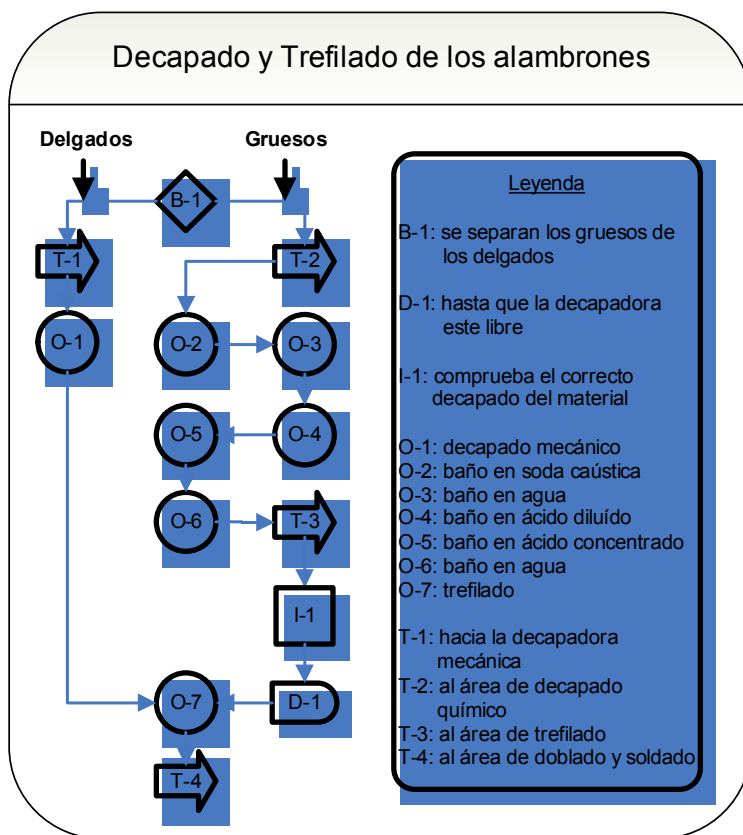


Diagrama 5: Proceso de decapado y trefilado para los alambrones.
Fuente: Propia.



5.2.2.- Doble, Soldadura y Corte

Para el conformado de la cadena se procede al doblado de los eslabones al tiempo que se van ensamblando unos con otros para obtener así la cadena; este proceso es efectuado automáticamente por una máquina que es alimentada con el rollo de alambón previamente decapado y trefilado. Los operadores del área esperan a que se haya conformado la cadena para alimentar la siguiente máquina, también automática, que se encarga de soldar los extremos de cada eslabón, así como de remover la escoria y limpiar de virutas del eslabón soldado. Una vez soldadas, las cadenas son cortadas por un operador con una cizalla¹ manual o hidráulica, según el diámetro de los eslabones, a un largo tal que pesen cincuenta (50) kilogramos.

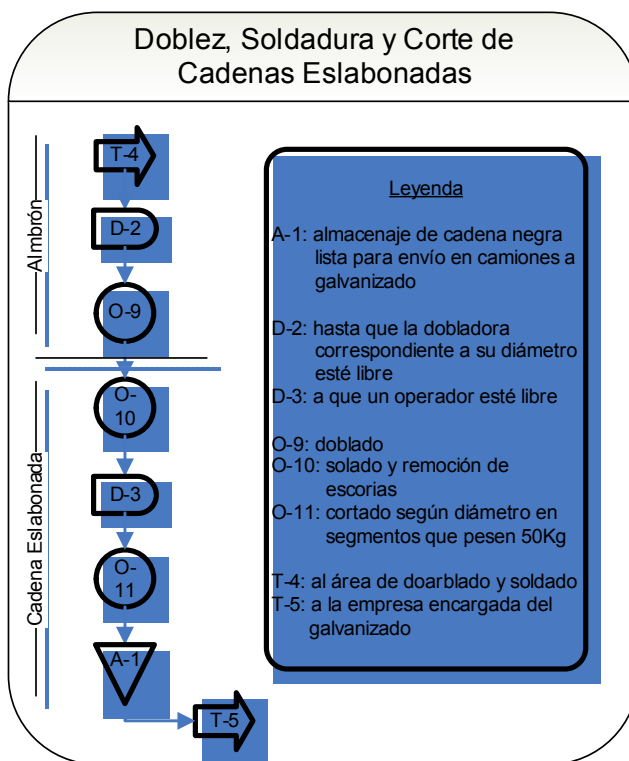


Diagrama 6: Doble, Soldadura y Corte de Cadenas Eslabonadas.
Fuente: Propia.

¹ **Cizalla:** en este caso se hace referencia a una herramienta especial para cortar metales de poco espesor, es similar a una tijera.



Diámetro (Ø)	Peso		Largo (para 50Kg)
	<i>lb./ft</i>	<i>Kg./m</i>	
<i>In</i>			<i>mt</i>
1/8	0,100	0,149	335,6
3/16	0,314	0,468	106,8
1/4	0,696	1,035	48,3
5/16	1,044	1,553	32,2
3/8	1,579	2,350	21,3
7/16	1,770	2,634	19,0
1/2	2,701	4,020	12,4

Tabla 4: Relación de entre el diámetro, el peso por metro, y el largo para cincuenta (50) kilogramos de Cadena.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

5.2.2.1.- Del Alimentación de las Dobladoras

Es un subproceso semiautomático, similar al de la alimentación de la trefiladora, debido a que el rollo de alambón es halado por la dobladora desde un devanador; sin embargo se resume en el Diagrama 7:

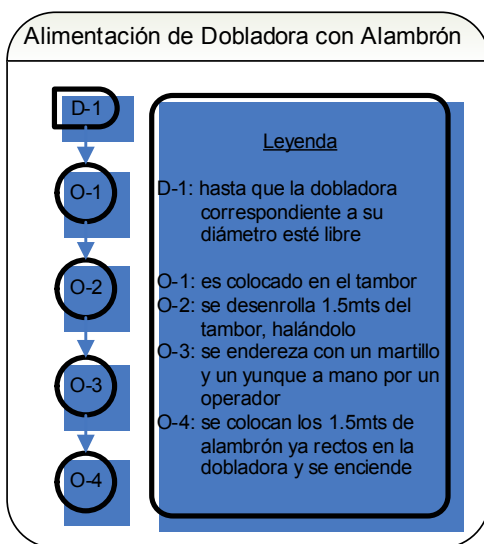


Diagrama 7: Proceso de alimentación de las Dobladoras con Alambón.

Fuente: Propia.

5.2.3.- Galvanizado

El galvanizado puede ser en caliente o electrolítico, según haya sido solicitado. Dichos procesos actualmente no se ejecutan dentro de la empresa, y es contratado un tercero para tal fin. Las cadenas galvanizadas en caliente o simplemente sin ningún tipo de recubrimiento (cadena negra), son escasamente solicitadas (menos del 1% del total producido), y el resto de las ventas son requeridas con galvanizado electrolítico.



En este punto es importante recordar que el galvanizado electrolítico de cadenas eslabonadas de acero es el foco del estudio, debido a que las intenciones de la empresa están volcadas a poder establecer dentro de las instalaciones, la galvanización electrolítica de las cadenas eslabonadas producidas.

Entre las desventajas que se pueden asociar al contrato de un tercero para la ejecución del galvanizado se encuentran:

- Alta variabilidad en el tiempo de duración de este proceso y por ende se producen fallas en los tiempos de entrega de producto terminado a los clientes,
- La empresa que presta el servicio actualmente, no sólo se dedica a galvanizar las cadenas, y por tanto su tiempo de respuesta no es el deseado por la empresas (las otras dos empresas, que en San Antonio de los Altos, prestan servicios de esta naturaleza, ya han sido descartadas por la empresa por razones del acabado y la calidad que la empresa espera del producto),
- Dificultad para el control de calidad sobre el galvanizado, durante la ejecución del proceso, por parte de Metal Mecánica Trinacria CA, por ser un tercero y único prestador de este servicio,
- Generación de costos relacionados con el pago del mencionado servicio,
- Asignación de recursos para el control y seguimiento de la logística de traslado para las cadenas.

5.2.4.- Desenredado y Envasado

Antes de efectuar el envasado de las cadenas, dado el tipo de proceso al que son sometidas para ser galvanizadas, éstas se deben desenredar para luego ser envasadas y almacenadas para su venta; simultáneamente se lleva a cabo una inspección para comprobar la calidad del galvanizado, las cadenas no aptas para la venta son devueltas a la empresa que presta el servicio; dichas operaciones no son consumadas por algún personal en específico. Los traslados relacionados con la materia prima, producto en proceso y terminado, se realizan con ayuda de montacargas. La Tabla 5 muestra información relevante a los tiempos actuales que se emplean en estas tareas y fue suministrada por la empresa.



Diámetro ($\emptyset$)	Tiempo de Desenredado		Tiempo de Envasado	
	min./Kg.	+/- min./Kg.	min./Kg.	+/- min./Kg.
$1/8$	18,48	0,61	4,99	0,16
$3/16$	6,57	0,23	1,71	0,06
$1/4$	5,35	0,92	1,45	0,25
$5/16$	5,05	0,64	1,31	0,17
$3/8$	4,44	0,04	1,20	0,01
$7/16$	4,24	0,85	1,10	0,22
$1/2$	4,14	0,10	1,12	0,03

Tabla 5: Tiempos de desenredado y envasado de cadenas ya galvanizadas.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

5.3.- Del Producto

Metal Mecánica Trinacria produce actualmente siete (7) tipos de cadenas eslabonadas, las cuales se describen a continuación, junto a sus parámetros de medida:

- Longitud Interior (P): Distancia entre los extremos internos del eslabón.
- Ancho Interior (h): Ancho interior entre las columnas del eslabón.
- Diámetro ($\emptyset$): nominalmente está referido al área transversal del alambroñ trefilado.

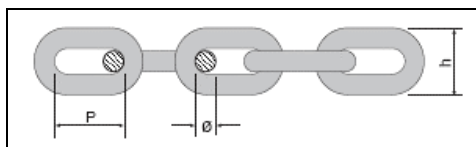


Ilustración 3: Parámetros de medida asociados a las cadenas eslabonadas.

Fuente: Propia.

Para cada tipo de cadena que se produce en la empresa, se conocen los parámetros que se presentan en la Ilustración 3 (diámetro real, longitud interna y ancho externo), así como también otros valores de interés, asociados a las cadenas eslabonadas y sus capacidades: Carga de Trabajo, Carga de Rotura, Peso por metro. Dichos valores se presentan en la Tabla 6:



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual

Diámetro (Ø)	Diámetro real		Longitud int. (P)		Ancho ext. (h)		Carga de Trabajo ¹	Carga de Rotura ²
<i>in</i>	<i>In</i>	<i>mm</i>	<i>In</i>	<i>Mm</i>	<i>In</i>	<i>mm</i>	<i>Kgf</i>	<i>Kgf</i>
1/8	0,13	3,0	0,98	25,0	0,45	11,0	150	600
3/16	0,22	5,5	0,95	24,1	0,84	21,2	370	1.507
1/4	0,28	7,1	1,00	25,4	1,06	26,8	590	2.350
5/16	0,34	8,7	1,10	27,9	1,19	30,1	862	3.412
3/8	0,41	10,3	1,23	31,2	1,43	36,3	1.200	4.750
7/16	0,47	11,9	1,38	35,1	1,69	42,9	1.687	6.603
1/2	0,53	13,5	1,53	38,9	1,86	47,3	2.040	8.095

Tabla 6: Características asociadas a los distintos diámetros de cadena producidos.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

El Gráfico 2, muestra los niveles de ventas totales (en toneladas; de todos los diámetros) que ha tenido la empresa desde el año 2003 hasta julio del presente año:

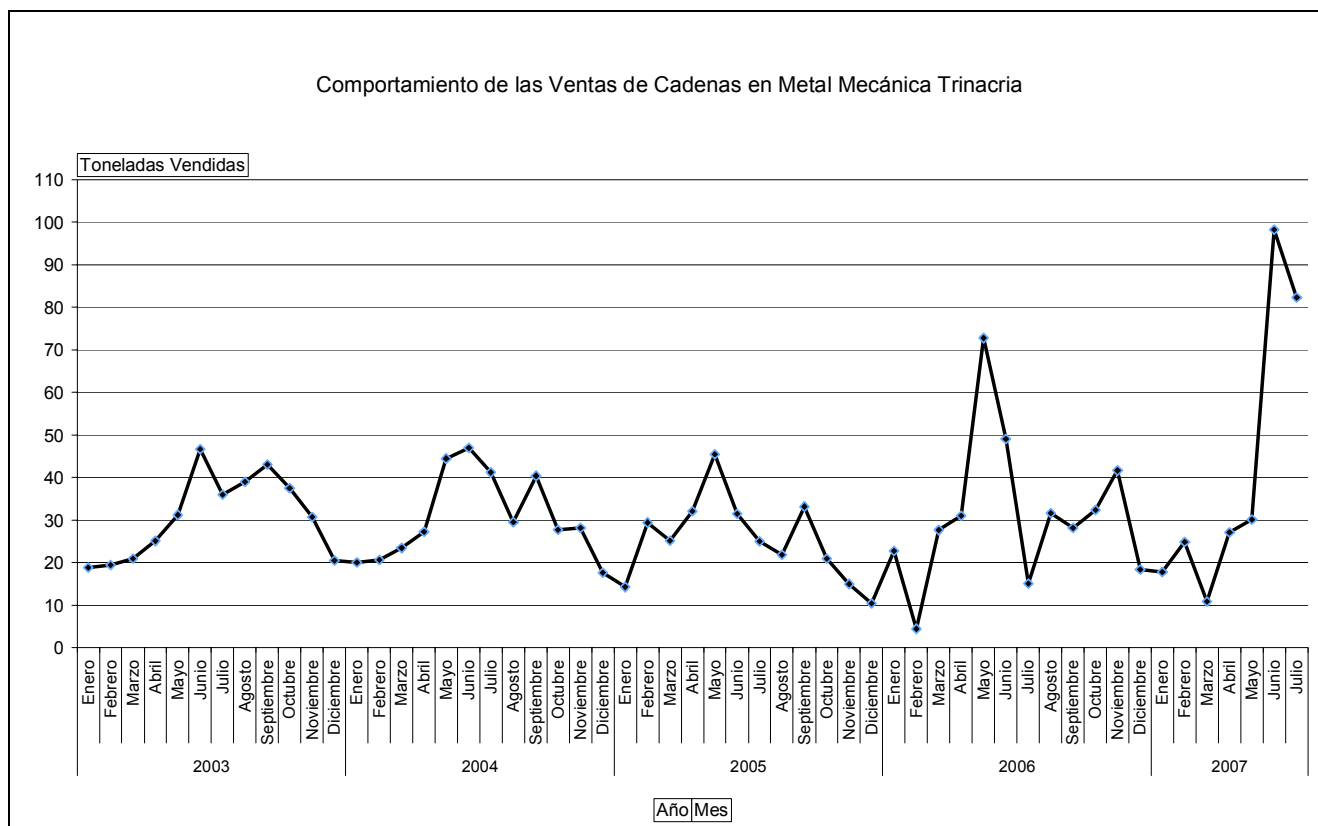


Gráfico 2: Ventas totales de cadenas de todos los diámetros, desde el 2003 hasta la actualidad.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

¹ **Carga de Trabajo:** cara para la cual la empresa garantiza el funcionamiento de la cadena.

² **Carga de Rotura:** carga para la cual la cadena sede y rompe por estar sometida a tracción.



5.4.- De los Recursos, Equipos y Operatividad

Los siguientes equipos están relacionados directamente con el proceso, en algunos casos éstos son utilizados en otras áreas de la fábrica:

- *Dobladoras y Soldadoras*: existen actualmente siete (7) de cada una, las cuales se ponen en funcionamiento según se necesiten.
- *Montacargas*: Existe uno (1) en pleno funcionamiento.
- *Compresor de aire*: Existe uno (1) en pleno funcionamiento.
- *Polipastos¹*: Existe uno (1) en pleno funcionamiento.
- *Tanques para baños químicos*: Actualmente seis (6) tanques dispuestos para su uso en el decapado químico del alambón, en pleno funcionamiento.
- *Trefiladora*: Existe una (1) en pleno funcionamiento.
- *Decapadora mecánica*: Existe una (1) y no se encuentra en funcionamiento.
- *Cizallas*: Una (1) mecánica y una (1) manual, ambas en funcionamiento.

La Tabla 7 presenta resumida, la relación entre los equipos y el personal existente para su funcionamiento, contemplando sólo un turno de ocho (8) horas, ya que sólo se establecen dos turnos de trabajo cuando la programación de la producción así lo amerita:

	Cantidad de Equipos	PN x Equipo	PTN
Dobladora	14 (7 parejas) (una por cada diámetro)	1 por pareja	7
Soldadora			
Montacargas	1	1	1
Trefiladora	1	2	2
Decapado Químico	1	2	2

Tabla 7: Personal correspondiente a las máquinas del proceso productivo.
(PN: Personal Necesario; PTN: Personal Total Necesario)

Fuente: Propia.

5.5.- De la Capacidad, Tiempos y Productividad

En la Tabla 8, se presentan las capacidades de producción máximas para los distintos diámetros de cadena, en función de la Dobladora, ya que es la máquina más lenta de la parte productiva. Considerando al galvanizado en un supuesto, como un proceso de duración

¹ **Polipasto:** es un mecanismo que se utiliza para levantar o mover una carga con una gran ventaja mecánica, porque supone hacerlo con un esfuerzo mucho menor que el peso que hay que levantar; en el caso de Metal Mecánica Trinacria, dicho dispositivo está adjunto a un sistema de rieles ubicados en lo alto de las paredes, lo cual permite izar cargas y desplazarlas a lo largo y ancho del galpón.



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual

despreciable, no se tomó en cuenta para este cálculo de capacidades debido a que será analizado más adelante, de la misma forma se asumió disposición plena de materia prima:

Díámetro (in)	Kg./mes
1/8	7.080
3/16	11.315
1/4	19.433
5/16	16.014
3/8	27.099
7/16	23.431
1/2	39.632

Tabla 8: Capacidades de producción máximas de cadenas negras.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

Por otra parte, se deduce la Ecuación 1, para conocer el tiempo total que se necesita para la fabricación y venta de cadenas eslabonadas de acero. En ella se observan los factores que determinan dicho tiempo:

$$TFV = TS + TMP + TP + TG + TENV + TE$$

Ecuación 1: Tiempo asociado al proceso de producción y galvanización de cadenas eslabonadas.

Fuente: Propia.

- TS: tiempo asociado al proceso administrativo de ingresar el pedido hecho por el cliente a la programación de la producción.
- TMP: tiempo asociado a la espera de materia prima cuando los proveedores fallan o cuando el pedido es atípico y sobrepasa las reservas de materia prima.
- TP: tiempo asociado al proceso productivo completo, descrito anteriormente, exceptuando el galvanizado.
- TG: tiempo asociado al proceso de galvanizado, el cual incluye el tiempo de traslado desde y hacia la empresa que galvaniza (TGI (ida) y TGV (vuelta)), el tiempo de proceso (TGP) e inclusive el tiempo de espera para ser procesado (TGE); tal como se muestra en la Ecuación 2, se separa el TG del TP y se desglosa en TGI, TGV, TGP y TGE, por estar relacionado con el presente estudio.

$$TG = TGI + TGE + TGP + TGV$$

Ecuación 2: Tiempo asociado al proceso de galvanizado hecho por un tercero.

Fuente: Propia.

- TENV: tiempo asociado al envasado de la cadena.
- TE: tiempo asociado a la entrega del pedido al cliente.



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual

De los seis (6) sumandos reflejados en la Ecuación 1 existen dos que están fuera del control de la empresa, por estar en manos de terceros: TMP y TG. Para esta investigación es de interés el TG, ya que es un tiempo que puede ser: limitante de la capacidad de producción de la empresa y generador de costos. Se sabe que el tiempo promedio que tardan en volver lotes de cadena, de alrededor de dos mil quinientos (2.500) kilogramos, de la empresa a la cual son enviadas para ser galvanizadas, va de tres (3) a cuatro (4) días; sin embargo este tiempo puede salirse del rango mencionado con o sin previo aviso, ya que la empresa que presta el servicio se encuentra frecuentemente trabajando a máxima capacidad.

Para poder establecer un punto de comparación entre la propuesta que se realice en este estudio y la situación actual que presenta la empresa en relación a las cadenas eslabonadas, y en función de los requerimientos de la empresa para observar el comportamiento de aspectos considerados de interés por ésta, se determinaron como indicadores los siguientes: PPKG (Precio Por Kilogramo) y KGPH (Tiempo Por Kilogramo).

- PPKG: representa el costo de galvanización actual por kilogramo, incluyendo costos de transporte y costos asociados a la mano de obra que desenreda y envasa la cadena; se excluye el costo del envase debido a que no variará respecto a la situación actual. El decrecimiento de este indicador representa un impacto positivo para la empresa. Sus unidades son [Bs. /Kg.].

Respecto a este indicador es relevante resaltar que es sólo referencial, ya que cuando se calcula el valor para un determinado costo, se incluye el valor de la mano de obra en función del tiempo, y este costo es relativo porque los costos de mano de obra en la realidad no están asociados a la cantidad de cadena galvanizada, sino a períodos laborales trabajados.

- KGPH: representa el tiempo promedio que tarda en ser galvanizada, un kilogramo de cadena; incluye tiempos de desenredado de la misma, en los caso que aplique; se excluye en todos los casos el tiempo neto de envasado. El crecimiento de este indicador representa un impacto positivo para la empresa. Sus unidades son [Kg. /Hr].



Capítulo V: Descripción de la Situación Actual

La Tabla 9 contiene los valores actuales de ambos indicadores, separados para cada diámetro:

Diámetro (Ø)	PPKG	KGPH
<i>In</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Kg./Hr</i>
$\frac{1}{8}$	993,919	92,526
$\frac{3}{16}$	851,320	98,419
$\frac{1}{4}$	848,520	100,489
$\frac{5}{16}$	848,520	101,161
$\frac{3}{8}$	845,720	102,781
$\frac{7}{16}$	845,720	103,424
$\frac{1}{2}$	845,720	103,769

Tabla 9: Valores actuales indicadores PPKG y FGPH, calculados para cada diámetro de cadena producida.

Fuente: Propia.

Los datos utilizados para el cálculo del PPKG se presentan en la Tabla 10. La columna de Costo Galvanizado está referida al costo de galvanización; la columna de Transporte está referida al costo de traslado de las cadenas hacia y desde la empresa que galvaniza; y la columna de Mano de Obra está referida al costo en horas-hombre por kilogramo de cadena que es desenredada para envasar, posterior a ser galvanizada.

Diámetro (Ø)	Costo Galvanizado	Transporte	Mano de Obra	Costo Total
<i>In</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>
$\frac{1}{8}$	936,000	7,520	50	993,919
$\frac{3}{16}$	827,000	7,520	17	851,320
$\frac{1}{4}$	827,000	7,520	14	848,520
$\frac{5}{16}$	827,000	7,520	14	848,520
$\frac{3}{8}$	827,000	7,520	11	845,720
$\frac{7}{16}$	827,000	7,520	11	845,720
$\frac{1}{2}$	827,000	7,520	11	845,720

Tabla 10: Datos utilizados para el cálculo del indicador PPKG.

Fuente: Propia.



CAPÍTULO VI: Estudio Técnico

Metal Mecánica Trinacria, enfrenta a un mercado ávido de cadenas eslabonadas, sin embargo, a pesar de elaborar productos de calidad, ofrecen las cadenas a precios relativamente altos, y en muchos casos, más altos de lo que el mercado se inclina a pagar; es por ésto que, para evitar que los consumidores busquen otros proveedores de cadenas, y sin bajar la calidad de los productos, que los ingenieros de la empresa idearon y diseñaron, un sistema de galvanizado especial, que permita expandir las actividades de la empresa aguas abajo de la línea de producción de cadenas eslabonadas, a fin de poder disminuir sus costos de producción y ser así más competitivos, y atractivos al mercado.

En algunos casos se encuentra que las empresas encargadas de realizar galvanizado electrolítico general, utilizan un proceso diseñado para manejar material a granel. En los Altos Mirandinos se presenta una situación similar, ya que existen empresas que trabajan de esta manera, es decir, están diseñadas para trabajar con materiales a granel. Ahora bien, en conocimiento de que un tramo comercial (de cincuenta (50) Kilogramos) de cadena eslabonada es una pieza delgada en relación a su longitud, ésta tiende a enredarse con facilidad, cuando se manejan diámetros menores a $\frac{5}{16}$ ". En el proceso de galvanizado diseñado para manejar piezas a granel, una cadena eslabonada relativamente larga, sale totalmente enredada. Las cadenas de mayor diámetro (tales como la de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{7}{16}$ ") son relativamente fáciles de desenredar y envasar, debido a que cincuenta (50) Kilogramos de dichos diámetros de cadena son relativamente cortos; pero cuando se observa el otro extremo de la tabla de diámetros de cadena, es decir, la cadena de $\frac{1}{8}$ ", el largo alcanza los trescientos treinta y cinco (335) metros; desenredar ese tramo de cadena resulta una labor tediosa para los operadores y representa un costo en tiempo para la empresa.

Teniendo en cuenta esos detalles, los ingenieros de la empresa decidieron diseñar, algunos años atrás, un sistema de galvanizado electrolítico para cadenas eslabonadas, el cual tuviese la característica de manejar la cadena de forma continua, y no a granel, evitando el uso de tiempo y recursos en desenredarlas. La evaluación de factibilidad y la implantación dentro de la empresa de dicho sistema de galvanizado, se vieron afectados por varios factores, los cuales terminaron por detener de forma casi total el proyecto. Según lo mencionado en el objetivo general de este estudio, a petición explícita de la empresa, se desea evaluar la factibilidad de implantación del sistema de galvanizado electrolítico que sus diseñaron sus ingenieros.



El sistema de galvanizado electrolítico que resultó, producto del estudio y análisis de los factores involucrados, fue una línea de galvanizado continuo, que movería la cadena por medio de un sistema de poleas ubicado en la parte superior de unos tanques; dicho sistema de poleas generaría hondas en la cadena, de forma tal que ésta se sumergiera en los líquidos contenidos en los tanques. Para una velocidad de avance constante a lo largo de todo el sistema de poleas, se dispondrían de tantas de éstas como fuese necesario a fin de generar un número de hondas de un largo tal que pudiera traducirse en tiempo de inmersión de la cadena en las distintas sustancias necesarias para su galvanización.

Antes de continuar ahondando en detalles técnicos referentes al proceso de galvanizado electrolítico de cadenas que fue diseñado y se desea implementar, es necesario citar ciertas limitantes generales establecidas por la empresa, relacionadas con aspectos técnicos y el aprovechamiento de recursos ya existentes:

- Existe ya un lugar preestablecido para la ubicación del área de galvanizado, dentro de las instalaciones de la planta,
- Recursos tales como el sistema de drenaje, ya se encuentran totalmente contruidos, razón por la cual no se puede alterar la posición del conjunto de tanques.

6.1.- Aspectos Técnicos

Los aspectos técnicos de la propuesta se desglosan a continuación en: descripción del proceso de galvanizado, equipos requeridos, espacios requeridos, distribución de planta y otros requerimientos.

6.1.1.- Descripción del Proceso de Galvanizado

La esencia conceptual del proceso de galvanizado electrolítico propuesto para producir cadenas galvanizadas dentro de Metal Mecánica Trinacria es bastante simple, ya que consiste en una secuencia de baños en distintas sustancias contenidas en tanques rectangulares, alineados uno tras otro. La secuencia de baños se observa en el Diagrama 8:

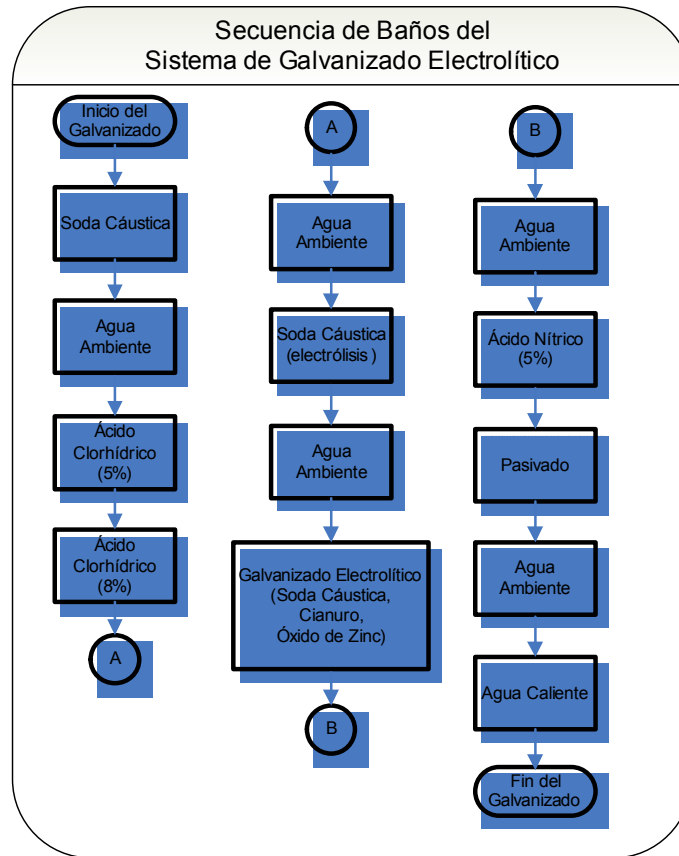


Diagrama 8: Secuencia de Tanques para Galvanizado Electrolítico.
Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

Como se ha mencionado, la cadena negra debe ser sumergida un tiempo determinado en cada sustancia, siguiendo la secuencia de baños ilustrada. La cadena es incorporada a un sistema de poleas ubicado justo encima y a lo largo de la serie de tanques, el cual la transporta eslabón tras eslabón, de un extremo del conjunto de tanques hasta el otro. Al ser transportada de forma continua, la inmersión temporal de la cadena en cada uno de los baños se produce con las ondas que forma ésta entre polea y polea. El número de poleas sobre cada tanque varía de acuerdo al tiempo que la cadena deba estar sumergida en la sustancia correspondiente a éste. Es importante saber que los tanques estarán ubicados de tal forma que el extremo final del conjunto de tanques estará más alto que el extremo inicial; el conjunto de tanques estará escalonado, a fin de permitir el flujo de agua entre los tanques en contra del sentido de flujo de la cadena.

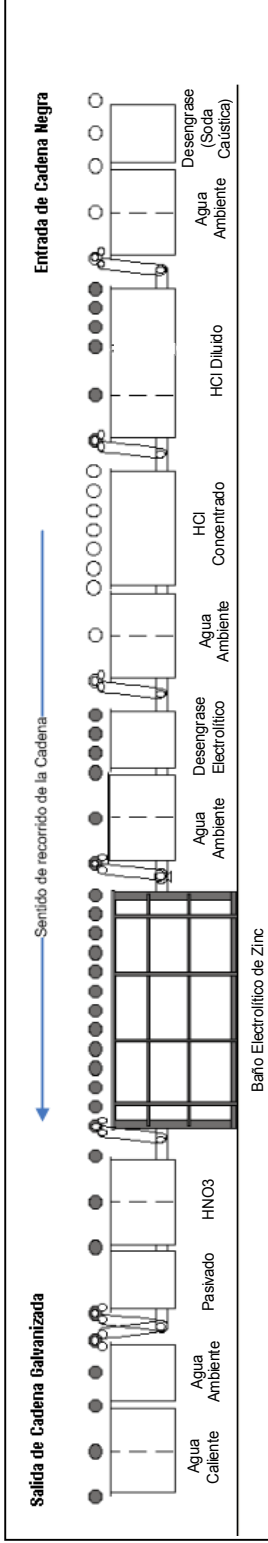


Ilustración 4: Vista de perfil del Conjunto de Tanques para Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria/Propio.

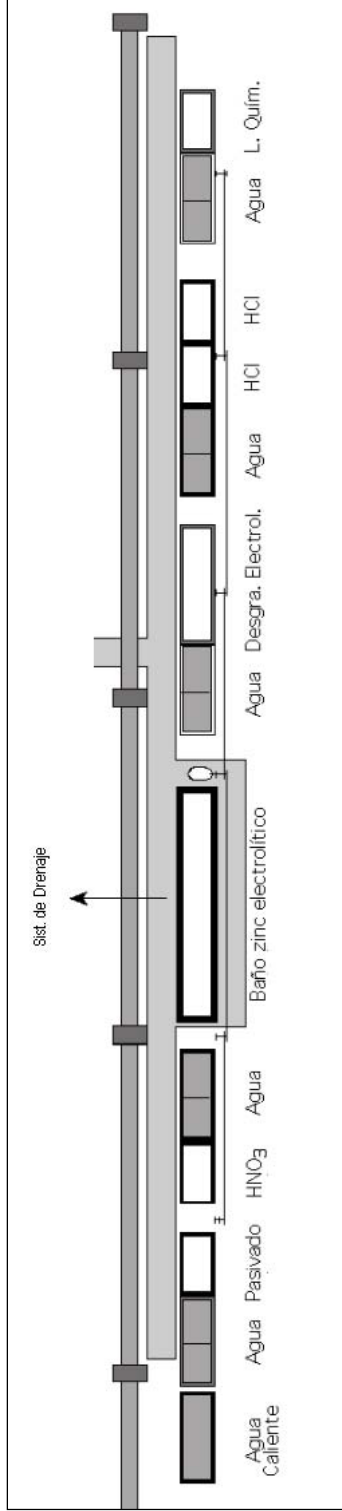


Ilustración 5: Vista de planta del Conjunto de Tanques para Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria/Propio.



El sistema de galvanizado electrolítico es semi-automático, ya que la cadena negra y los químicos, le son suministrados manualmente por los operadores designados para tal fin. El proceso de galvanizado propuesto para la cadena, se presenta en el Diagrama 9:

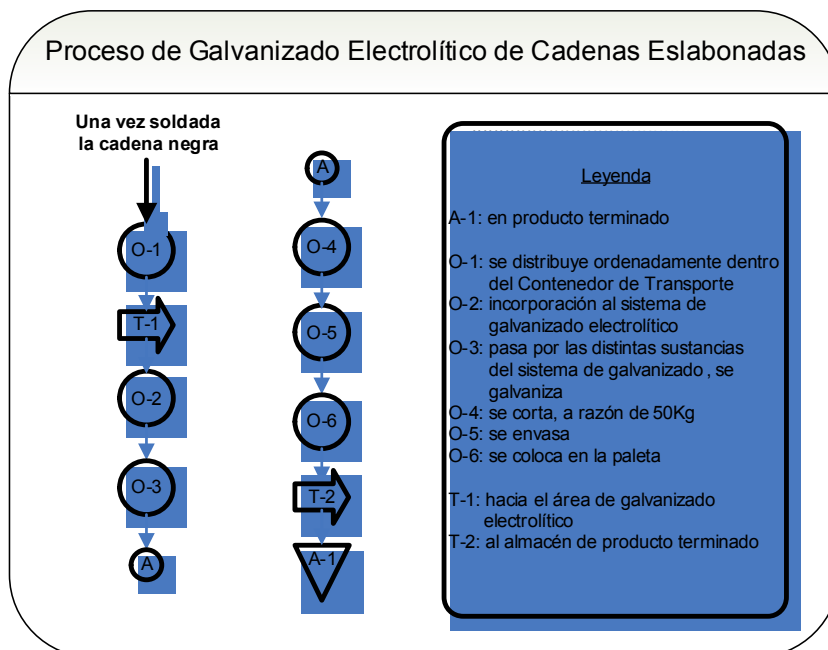


Diagrama 9: Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.
Fuente: Propia.

Tal como se observa en el Diagrama 9, dicho proceso utiliza como materia prima las cadenas negras producidas dentro de la empresa, que debe ser llevada al área de galvanizado desde producción, por un operador inherente al proceso de galvanizado, denominado “Proveedor”. El área de galvanizado, por generar un ambiente altamente corrosivo, se encuentra alejada del resto de las áreas de producción, almacenamiento u oficinas; debido a la superficie montañosa donde yace la fábrica. La comunicación entre el área de producción y el de galvanizado se realiza a través de un ascensor de carga, que sube desde el área de producción, ocho (8) metros aproximadamente, hasta el área de galvanizado. Una vez que el Proveedor transporta la cadena negra hasta el área de galvanizado en el Contenedor de Trasporte destinado para ello, ésta es incorporada al sistema de galvanizado electrolítico, con la ayuda de otro operador, denominado “Galvanizador”. Se resumen las actividades del Proveedor en el Diagrama 10:

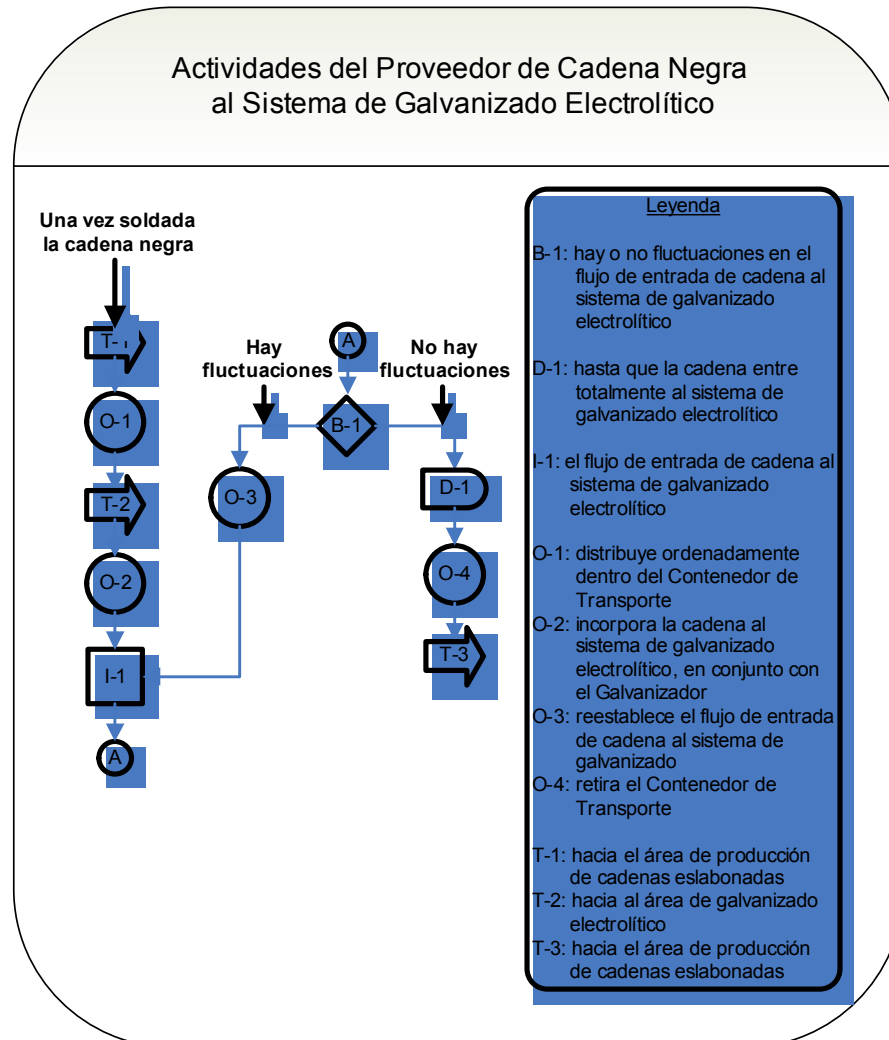


Diagrama 10: Actividades del Proveedor, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.
Fuente: Propia.

El Galvanizador, se encarga de colocar el sistema en funcionamiento, así como de supervisar los parámetros de operación del mismo, el flujo de la cadena por las distintas etapas del proceso y cualquier otra eventualidad relacionada al mismo. Una vez que se agote la materia prima, éste operador debe suspender el funcionamiento del sistema. Sus actividades se presentan en el Diagrama 11:

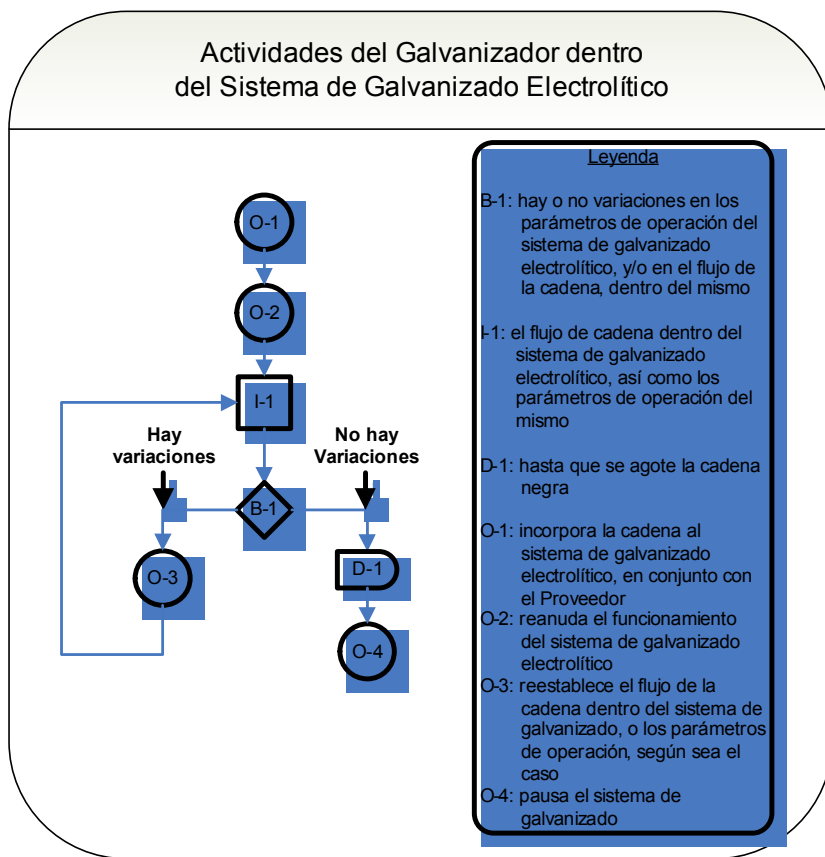


Diagrama 11: Actividades del Galvanizador, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.
Fuente: Propia.

Debido a la existencia de una cortadora automática¹, ubicada al final del conjunto de tanques, la cadena sale cortada en tramos que pesan cincuenta (50) kilogramos, lista para envasar; es el último operador que se encarga de ello, así como de las actividades restantes relativas al proceso; dicho operador es denominado “Envasador”. Dichas actividades se presentan en el Diagrama 12:

¹ **Cortadora Automática:** dispositivo diseñado y fabricado en la empresa para que realice automáticamente el corte de la cadena ya galvanizada que va saliendo por el extremo final del conjunto de tanques. Dichos cortes son realizados en función del número de eslabones que van pasando (ya que están estandarizados para cada diámetro), y generan tramos comerciales de cadena (tramos de cincuenta (50) kilogramos), dejándolos listos para ser envasados.



Diagrama 12: Actividades del Envasador, en el Proceso de Galvanizado Electrolítico Propuesto.

Fuente: Propia.

Es de suma importancia resaltar que el sistema de poleas maneja una velocidad constante, y tanto el flujo de entrada de cadena al sistema de galvanizado electrolítico como el flujo de esta a lo largo de los tanques y las poleas, son factores que marcan el buen funcionamiento y acabado del proceso de galvanizado; todo ello debido a que si los flujos de entrada y recorrido de cadena, no es constante, se producen tensiones en ésta, generando reducciones y/o alargamientos de las hondas entre polea y polea, lo que se traduce en alteraciones de los tiempos de inmersión en las distintas sustancias, y por ende, fallas en el galvanizado. Por ello se enfatiza la supervisión de dichos factores, por parte de los operadores, durante el proceso de galvanizado.

La disposición final de los químicos utilizados en sistema se realizara de la misma forma que se realiza actualmente en el área de decapado químico.

6.1.1.1.- Detalles Cuantitativos Inherentes al Proceso

El recubrimiento de la cadena, con iones de Zinc, por medio de electrólisis, se da en función de un nivel de corriente determinado según el área que se desea proteger del medio ambiente; dicha relación entre la corriente a suministrar y el área de la pieza que se desea recubrir con algún material (Zinc, en este caso) se denomina “densidad de corriente”, y se trabajará para este estudio en unidades de [Amperios/Cm²]. Para conocer los parámetros de operación del sistema de galvanizado electrolítico según el diámetro con el que se desee



trabajar, fue necesario determinar la información referida al área de cada uno de los diámetros, la cual está contenida en la Tabla 11:

Diámetro ($\varnothing$)	Área	Eslabones/mt	Área/mt de cadena	Área/Kg. de cadena
<i>In</i>	<i>Cm²/eslabón</i>	-	<i>Cm²/mt</i>	<i>Cm²/Kg.</i>
1/8	8,51	40,00	340,29	2283,85
3/16	21,85	41,49	906,57	1937,12
1/4	33,42	39,37	1315,55	1271,07
5/16	45,06	35,84	1615,04	1039,95
3/8	62,89	32,05	2015,80	857,79
7/16	84,78	28,49	2415,43	917,02
1/2	105,85	25,71	2721,02	676,87

Tabla 11: Medidas de interés para los tipos de cadena, en función de su diámetro.

Fuente: Propia.

A fin de conocer la energía total consumida por cada kilogramo galvanizado de cadena, es necesario detallar la información contenida en la Tabla 12, la cual presenta parámetros de interés (Velocidad de Avance de la cadena [mt/min.] y la Densidad de Corriente) respecto al sistema de galvanizado electrolítico, detallado para cada diámetro de cadena eslabonada que es producido dentro de Metal Mecánica Trinacria:

Diámetro ($\varnothing$)	Velocidad Avance	Densidad de Corriente	Densidad de Corriente / Kg.
<i>In</i>	<i>Mt/min.</i>	<i>Amp/Cm²</i>	<i>Amp/Kg.</i>
1/8	5,9	0,086	195,76
3/16	5,9	0,086	166,04
1/4	5,6	0,081	103,50
5/16	4,9	0,071	74,28
3/8	3,8	0,056	47,79
7/16	3,3	0,049	44,54
1/2	2,7	0,040	27,07

Tabla 12: Parámetros del sistema de galvanizado electrolítico, para cada diámetro de cadena eslabonada.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

Por último, se muestra en la Tabla 13, los niveles de energía consumidos por cada kilogramo galvanizado de cadena, calculados a partir de la información inherente a los distintos diámetros de cadena y a los parámetros de operación del sistema de galvanizado electrolítico, a una diferencia de potencial constante e igual a nueve (9) voltios:



Diámetro (Ø)	Energía/Kg.
<i>In</i>	<i>KV-Amp/Kg.</i>
1/8	1,762
3/16	1,494
1/4	0,932
5/16	0,669
3/8	0,430
7/16	0,401
1/2	0,244

Tabla 13: Energía consumida por cada kilogramo galvanizado de cadena, según su diámetro.
Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

6.1.1.2.- Valores del Indicador KGPH

La Tabla 14 muestra, según el diámetro, los valores del Indicador KGPH para sistema de galvanizado electrolítico de cadenas propuesto y variación respecto al sistema actual:

Diámetro (Ø)	KGPH	
<i>In</i>	<i>Propuesto</i>	<i>Variación</i>
	<i>Kg./Hr</i>	<i>Kg./Hr</i>
1/8	52,324	-40,202
3/16	164,570	66,150
1/4	347,760	247,271
5/16	454,306	353,145
3/8	534,411	431,630
7/16	526,161	422,737
1/2	655,703	551,934

Tabla 14: Valores del Indicador KGPH para el sistema de galvanizado propuesto, y su variación respecto al Actual.
Fuente: Propia.

6.1.2.- Equipos Requeridos

Para presentar los equipos necesarios para el funcionamiento del sistema de galvanizado electrolítico de cadenas, de una forma más clara, se clasificaron en equipos de producción, control, mantenimiento y transporte. En las Tablas 15, 16, 17 y 18, se presentan, respectivamente, los equipos de control, producción, mantenimiento y transporte, necesarios para el funcionamiento del sistema propuesto:

Equipo	Clasificación	Cantidad	Observaciones	Diseño	Fabricación	Existencia en Planta
Controladores de Temperatura	Control	1	Para el control de los parámetros de operación del sistema de galvanizado	MMT	MMT	No
Controladores de Corriente	Control	1		MMT	MMT	No
Controladores de Velocidad	Control	1		MMT	MMT	No

Tabla 15: Equipos de Control necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.
Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.



Capítulo VI: Estudio Técnico

Equipo	Clasificación	Cantidad	Observaciones	Diseño	Fabricación	Existencia en Planta
Tanques de Agua Ambiente	Producción	5	2 Tanques de Hierro Negro y 3 con forro de PVC	MMT	MMT	Si
Tanque de Agua Caliente	Producción	1	Tanque de Hierro Negro	MMT	MMT	Si
Tanque de Galvanizado	Producción	1	Tanque de Hierro Negro con forro de PVC	MMT	MMT	Si
Tanques de Aditivos	Producción	2	Tanque de Hierro Negro con forro de PVC	MMT	MMT	Si
Tanque de Soda Electrolítica	Producción	1	Tanque de Hierro Negro	MMT	MMT	Si
Tanque de Soda Simple	Producción	1	Tanque de Hierro Negro con forro de PVC	MMT	MMT	Si
Tanques de Ácidos	Producción	2	Tanque de Hierro Negro con forro de PVC	MMT	MMT	Si
Rectificador	Producción	1	Transformación de corriente alterna a continua, y voltaje de red a 9Voltios	Externo	Externa	Si
Sistema de Filtración	Producción	1	Extracción de impurezas del Tanque de Galvanizado	Externo	Externa	No
Sistema de Sensor de Movimiento de Cadenas	Producción	1	Detección de variaciones en el desplazamiento de la cadena por el conjunto de tanques	MMT	MMT	No
Balanza	Producción	1	Para pesar la cantidad de cadena ya galvanizada	Externo	Externa	Si
Sistema de Poleas	Producción	1 por tanque	Desplazan la cadena por los distintos tanques para ser Galvanizada; 47 ruedas	MMT	MMT	Parcial
Cortadora Automática de cadena	Producción	1	Corta la cadena galvanizada, en función del número de eslabones	MMT	MMT	Si
Sistema de Motores para las Poleas	Producción	1	Acciona el sistema de poleas; motor de inducción 2HP	Externo	Externa	Parcial

Tabla 16: Equipos de Producción necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.

Equipo	Clasificación	Cantidad	Observaciones	Diseño	Fabricación	Existencia en Planta
Planta de Tratamiento	Mantenimiento	1	Para el tratamiento de las sustancias residuales	MMT	MMT	Si
Sistema de Drenaje	Mantenimiento	1	Para el manejo de los líquidos de los tanques	MMT	MMT	Si

Tabla 17: Equipos de Mantenimiento necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.



Equipo	Clasificación	Cantidad	Observaciones	Diseño	Fabricación	Existencia en Planta
Montacargas	Transporte	1	Para el manejo de las paletas de cadena galvanizada, ya cortada y envasada	Externo	Externa	Si
Ascensor de Carga	Transporte	1	Para subir las cadenas del área de producción al de Galvanizado	Externo	Externa	Si
Carritos de Transporte	Transporte	14	Para el transporte de la cadena negra desde el área de producción, y el alimentado del sistema de galvanizado	MMT	MMT	No

Tabla 18: Equipos de Transporte necesarios para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.

Tal como se observa para los distintos equipos, en algunos casos ya se encuentran total o parcialmente en la planta. De la misma forma, algunos de ellos son diseñados y/o fabricados dentro de la misma empresa; otros son comprados a proveedores. En referencia a los distintos tanques, es importante señalar que todos tienen 1,15 metros de altura, excepto el de galvanizado, cuya altura es de 2,10 metros.

6.1.3.- Espacios Requeridos

Para el diseño del área requerida para el proceso de galvanizado propuesto, es necesario conocer la relación de espacio entre los distintos equipos y espacios que la conformarán. En la Tabla 19, se presentan dichas relaciones:

Instalación	Área (m ²)		Cantidad	Área Total (m ²)
Cuarto de Control	3x2	6	1	6,00
Tanques de Agua Ambiente	1,5x0,5	0,75	5	3,75
Tanque de Agua Caliente	1,5x0,5	0,75	1	0,75
Tanque de Galvanizado	4,5x0,5	2,25	1	2,25
Tanques de Aditivos	1x0,5	1	2	2,00
Tanque de Soda Electrolítica	2x0,5	1	1	1,00
Tanque de Soda Simple	1x0,5	0,75	1	0,75
Tanques de Ácidos	1x0,5	0,5	2	1,00
Almacén para Materia Prima e Insumos	3x2	6	1	6,00
Rectificador	1x1	1	1	1,00
Sistema de Filtración	2x1	2	1	2,00
Transito de Operadores	26x2	52	1	52,00
Sistema de Motores para las Poleas	1x1	1	1	1,00
Cortado y Envasado	3x2	6	1	6,00
Sistema de Drenaje	23x1	23	1	23,00
Cuarto de Control	3x2	6	1	6,00
Sumatoria del Espacio Total (m²)				119

Tabla 19: Espacio requerido para las distintas instalaciones del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.



6.1.4.- Distribución de Planta

En primera instancia, se consideró el conjunto de tanques como un solo Conjunto de Tanques, cuya constitución y medidas se presenta en la Tabla 20:

Área de Tanques				
Tanque	Largo (mt)	Ancho (mt)	Cantidad	Área (mt ²)
Tanques de Agua Ambiente	1,5	0,5	5	3,75
Tanque de Agua Caliente	1,5	0,5	1	0,75
Tanque de Galvanizado	4,5	0,5	1	2,25
Tanques de Aditivos	1	0,5	2	1
Tanque de Soda Electrolítica	2	0,5	1	1
Tanque de Soda Simple	1	0,5	1	0,5
Tanques de Ácidos	1	0,5	2	1
Conjunto de Tanques	20,5	0,5	13	10,25

Tabla 20: Composición y medidas del Conjunto de Tanques.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria / Propia.

En cálculos posteriores, se considerarán como medidas del Conjunto de Tanques, veintidós (22) metros de largo y un (1) metro de ancho; debido a la necesidad de contar con cierto espacio de holgura alrededor de los tanques.

Para determinar la distribución de las distintas sub-áreas que conforman el área de galvanizado, se aplicó la estrategia de layout que utiliza el Diagrama de Relaciones entre las diferentes sub-áreas. Para ello se tomó como base el criterio de importancia de interrelaciones, mostrado en la Tabla 21, que permite ubicar estratégicamente los diferentes departamentos:

Categoría	Puntuación
Altamente importante	4
Estrictamente importante	3
Importante	2
Ordinario	1
No importante	0
Indeseable	-1

Tabla 21: Categorización de interrelación entre sub-áreas, según su importancia.

Fuente: Propia.

Con base en el criterio de importancia mostrado en la Tabla 21, se pudo establecer el nivel de relación que debe existir entre las diferentes sub-áreas, los cuales se pueden observar en la Tabla 22:



Relaciones entre los Lugares del Área de Galvanizado									
Sub-área	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	-	-1	-1	3	0	4	0	0	0
B	-1	-	0	0	0	4	4	4	4
C	-1	0	-	0	0	4	0	0	0
D	3	0	0	-	0	3	0	0	0
E	0	0	0	0	-	0	0	0	4
F	4	4	4	3	0	-	3	3	0
G	0	4	0	0	0	3	-	0	0
H	0	4	0	0	0	3	0	-	0
I	0	4	0	0	4	0	0	0	-

Tabla 22: Niveles de relación entre las distintas sub-áreas, del área de galvanizado.

NOTA: las letras representan las sub-áreas y se declaran en la Tabla 23.

Fuente: Propia.

Posteriormente, se procedió a calcular el nivel de jerarquía de cada departamento sumando las puntuaciones de cada coeficiente, obteniendo los siguientes resultados:

Sub-Área	ID	Valoración	Jerarquía
Cuarto de Control	A	5	6
Conjunto de Tanques	B	15	2
Almacén para Materia Prima e Insumos	C	3	8
Rectificador	D	6	5
Sistema de Filtración	E	4	7
Transito de Operadores	F	21	1
Sistema de Motores para las Poleas	G	7	4
Cortado y Envasado	H	7	4
Sistema de drenaje	I	8	3

Tabla 23: Valoración de los niveles de relación y establecimiento de jerarquía de todas las sub-áreas.

(ID: letra para identificar cada sub-área en la Tabla 22)

Fuente: Propia.

El en Diagrama 13, se presenta una propuesta de distribución para el área de galvanizado electrolítico, y se representan las principales relaciones que deben existir entre las sub-áreas que conforman el área de galvanizado:

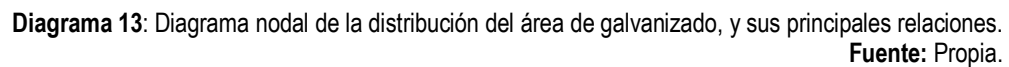
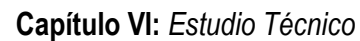


Diagrama Métrico de la Distribución del Área de Galvanizado																															
																		E	E												
H	H	H	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I				
H	H	H	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	G				
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F				
F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F				
												A	A	A	D	C	C	C													
												A	A	A		C	C	C													

Diagrama 14: Diagrama métrico de la distribución del área de galvanizado.

Fuente: Propia.

42



Distancias (mt) entre Sub-Áreas									
Sub-área	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	-	2	1	0	4	0	14	11	3
B	2	-	2	2	1	0	0	0	0
C	1	2	-	0	5	0	10	15	3
D	0	2	0	-	2	0	13	14	3
E	4	1	5	2	-	2	11	11	0
F	0	0	0	0	2	-	0	0	1
G	14	0	10	13	11	0	-	22	0
H	11	0	15	14	11	0	22	-	0
I	3	0	3	3	0	1	0	0	-

Tabla 24: Distancias en metros entre las distintas sub-áreas, para la distribución propuesta.
Fuente: Propia.

Al evaluar las distancias entre cada sub-área, por medio del análisis cuantitativo, se obtiene una calificación menor a cero, lo cual indica que la distribución propuesta es válida y cumple en buen grado con las necesidades del diseño.

Evaluación de la Distribución Propuesta									
Sub-área	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A	-	-2	-1	0	0	0	0	0	0
B	-2	-	0	0	0	0	0	0	0
C	-1	0	-	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	-	0	0	0	0	0
E	0	0	0	0	-	0	0	0	0
F	0	0	0	0	0	-	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	-	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	-	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	-

Tabla 25: Evaluación de la propuesta para la distribución del área de galvanizado.
Fuente: Propia.

6.1.5.- Otros Requerimientos

En las Tablas 26 y 27, se presenta la información referente a la materia prima, insumos y servicios requeridos para el funcionamiento del sistema de galvanizado electrolítico:

Insumo	Función	Proveedor
Soda Cáustica; NaOH	Tanques de Soda y de Galvanizado	Quimicosa SA
Cianuro de Sodio; NaCN	Tanque de Galvanizado	Quimicosa SA
Ácido Nítrico; HNO ₃	Tanque de HNO ₃	Quimicosa SA
Ácido Clorhídrico; HCl	Tanque de Ácidos	Quimicosa SA
Óxido de Zinc; ZnO	Tanque de Galvanizado	Quimicosa SA
Abrillantador	Tanque de Pasivado	Quimicosa SA
Purificador	Todos los Tanques, excepto los de agua	Quimicosa SA
Lingotes de Zinc	Tanque de Galvanizado	Quimicosa SA
Pasivador Azul	Tanque de Pasivado	Quimicosa SA

Tabla 26: Materia Prima e Insumos requeridos para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.
Fuente: Metal Mecánica Trinacria.



Servicios		Función	Proveedor
Electricidad	2500KV-A Mensuales (acá no se incluye el consumo de la electrolisis del galvanizado)	Todos los tanques, equipos de control, motores, entre otros	EDC
Agua	150 mt ³ Mensuales	Todos los tanques, otras necesidades	Hidrocapital
Gas	50 mt ³ Mensuales	Para el calentamiento del tanque del agua a alta temperatura	PDVSA Gas

Tabla 27: Servicios requeridos para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

6.2.- Personal Requerido

Se consideró, en acuerdo con la empresa, luego de un desglose de focos de atención, tal como lo son: la materia prima, el proceso y el producto terminado, que eran necesarios tres operadores; uno para cada foco.

La cadena negra es constituye el elemento más importante del proceso, y debe haber alguien encargado de proveerla al sistema, coordinar su almacenamiento y las actividades relacionadas al transporte de ésta desde el área de producción, la cual se encuentra dos niveles (ocho (8) metros) por debajo del área de galvanizado, con el uso del ascensor de carga. Se recomienda sea un hombre, bachiller, de edad comprendida entre veinte (20) y treinta y cinco (35) años, de contextura media o gruesa, con el fin de que pueda realizar las labores relacionadas al transporte de cadenas negras en los Carritos de Transporte.

El proceso, tal como se describió, contempla la probabilidad de que el paso de la cadena por el sistema, se pueda ver afectado y se enganche o deslice en algún punto, lo que afectaría los tiempos de inmersión en las distintas sustancias, y por ello existen los sensores de velocidad, los cuales se aseguran que la cadena fluya correctamente; de la misma, forma existen controladores para los parámetros de operaciones del sistema, tales como temperatura y corriente; pero es necesario la presencia de un operador, para casos de observación y corrección de fallas, así también como para la comprobación de las cantidades y concentraciones de las sustancias en los distintos tanques. Se recomienda sea, bachiller o técnico con experiencia en un área afín, de edad comprendida entre veinte (20) y treinta y cinco (35) años, preferiblemente mujer, debido a que suelen ser mas detallistas y meticulosas, lo que es favorable para la observación y control de los parámetros de operación del sistema.



Las operaciones de cortado y envasado de la cadena, en segmentos que pesen cincuenta (50) Kilogramos, su apilamiento y almacenamiento, debe ser coordinado por un último operador, a fin de completar el proceso del sistema de galvanizado electrolítico para cadenas eslabonadas de acero. Se recomienda sea un hombre, bachiller, de edad comprendida entre veinte (20) y treinta y cinco (35) años, de contextura media o gruesa, y capacitado para conducir y operar correcta y precavidamente el montacargas, con el fin de que pueda realizar las labores relacionadas al manejo del producto terminado.

Se presenta la Tabla 28, un resumen de las características relevantes a estos cargos:

Cargo	Nivel de Estudio	Género (preferencia)	Descripción General
Proveedor	Bachiller	Hombre	Velar por la proveeduría de cadena negra al sistema de galvanizado; controla la programación de producción
Galvanizador	Bachiller	Mujer	Velar por el correcto funcionamiento del sistema de galvanizado; estar alerta de las condiciones y parámetros del sistema, así como del correcto flujo de la cadena por las poleas
Envasador	Bachiller	Hombre	Velar por el corte y envasado de las cadenas una vez galvanizadas

Tabla 28: Personal requerido para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Propia.

6.3.- Ergonomía, Higiene y Seguridad Ocupacional

Es de vital importancia tener presente las condiciones en que se desenvuelven los trabajadores, ya que se encuentran en un ambiente altamente corrosivo y contaminante, por la presencia de los químicos involucrados en el proceso. Para esto hay que considerar la necesidad de tener equipos que les permitan protegerse de cualquier accidente; también hay que realizar constantes inspecciones del área de trabajo para así detectar cualquier riesgo presente en la futura área de galvanizado, que le pueda ocasionar un daño al personal que allí labora.

Los empleados que se encuentran en contacto directo con el procesamiento de las cadenas, deberán cumplir algunas normas con respecto a su vestimenta de trabajo. En dicha norma se especifica el uso de bragas de trabajo, botas de goma y de seguridad, guantes antiácidos y carnaza, lentes de seguridad y mascarillas, estas últimas para minimizar la cantidad de químicos que entren a las vías respiratorias del personal mientras laboran en el área; así mismo lo deberá hacer cualquier persona que por cualquier motivo ingrese a la citada área.

Tanto el personal gerencial como el supervisor de Metal Mecánica Trinacria, deben trabajar en conjunto para la evaluación, desarrollo, desempeño y mantenimiento de las políticas



de higiene y seguridad industrial en toda la empresa, y por ende, en el área de galvanizado electrolítico, contando con participación de los trabajadores en el mantenimiento y ejecución de los niveles de desempeño que establezca la Ley y política de la empresa. Las principales normas de seguridad que se deben tener en cuenta son:

- Debe usarse siempre el uniforme de trabajo (mascarillas, botas de goma o seguridad (según sea el caso), braga, guantes antiácido, guantes de carnaza, entre otros
- Conocer los riesgos en la planta y en el puesto de trabajo, así como sus medidas de control, y dicha información debe ser suministrada de forma clara y escrita por los ingenieros de planta,
- Conocer y utilizar los equipos de emergencia en caso de algún accidente,
- Notificar a los ingenieros de planta cualquier eventualidad,
- Está terminantemente prohibido fumar dentro de la planta,
- Esta terminantemente prohibido ingerir alimentos y bebidas en las zonas de producción, con excepción de los reglamentados en planta,
- No mezclar químicos, y con especial cuidado en la mezcla entre Cianuro y Ácidos para evitar la formación de gases mortales,

En cuanto a los equipos e insumos de higiene y seguridad, se referencia en la Tabla 29, la información relacionada a estos:

Insumo / Equipo	Función	Proveedor	Niveles de Consumo
Botas de Seguridad	Proteger los pies de objetos pesados	Promociones Grisie, CA	2 pares semestrales



Capítulo VI: Estudio Técnico

Botas de Goma	Proteger los pies de salpicaduras de sustancias químicas	Promociones Grisie, CA	1 par semestral
Bragas	Proteger y asegurarse que el cuerpo no esté expuesto al contacto directo	Promociones Grisie, CA	3 bragas semestrales
Mascaras Auto filtrantes	Minimizar la entrada de partículas químicas a las vías respiratorias	Promociones Grisie, CA	6 filtros semanales, 1 mascara semestral
Guantes antiácido	Proteger las manos del galvanizador, de salpicaduras de ácidos	Promociones Grisie, CA	1 par semanal
Guantes de carmaza	Proteger la	Promociones Grisie, CA	2 pares semanales
Protectores oculares para las Mascaras Auto filtrantes	Evitar salpicaduras de químicos en los ojos	Promociones Grisie, CA	3 protectores semestrales
Leche Completa Líquida	Facilitar la desintoxicación de los trabajadores	Distribuidor La Costa	3 litros diarios; 1 litro por operador
Extintores	Control de incendios	Promociones Grisie, CA	Mantenimiento semestral

Tabla 29: Insumos y Equipos de Higiene y Seguridad requerido para el funcionamiento del sistema de Galvanizado Electrolítico.

Fuente: Propia.



CAPÍTULO VII: Análisis Financiero

El análisis financiero a desarrollarse en este estudio, gira en torno a una evaluación, a lo largo de un período de cinco (5) años a futuro, del ahorro generado en función de la diferencia entre los costos asociados a dos (2) alternativas:

- **Alternativa 1:** continuar con el servicio externo de galvanizado, y envasado interno, tal como se describió en el Capítulo V
- **Alternativa 2:** instalar dentro de la fábrica el sistema de galvanizado y envasado descrito en el Capítulo VI

Se presentan las siguientes consideraciones para este análisis financiero, las cuales darán los lineamientos del mismo, y están establecidas según ciertos requerimientos de la empresa:

- Para éste análisis se considerará un periodo de tiempo de cinco (5) años a futuro (los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012),
- Los costos y ahorros serán evaluados al final de los años señalados en el apartado anterior, pero la inversión inicial se evaluará a final del año 2.007,
- Los equipos que ya existan en la fábrica se considerarán totalmente depreciados, debido al tiempo que han estado en la misma,
- Todos los demás equipos se depreciarán en cinco (5) años,
- Se omitirán aquellos costos que sean iguales para la situación actual y la propuesta, ya que si no varían, no generarán ahorro alguno,

7.1.- Análisis y Proyección de Ventas

Se decidió proyectar las ventas en periodos anuales con ayuda de la tendencia que se observe en los datos con los que se cuenta, y utilizar un promedio de participación de cada mes en las ventas totales anuales para determinar el volumen de ventas del mes; de la misma forma, utilizando un promedio de participación de cada diámetro en las ventas anuales, se determina el volumen de ventas de cada diámetro.

El trabajar con participaciones porcentuales por diámetro es necesario, debido a que los costos de galvanización son distintos para cada uno; la decisión de trabajar con participaciones



porcentuales para cada mes se apoya en el Gráfico 3, dónde se observa que los meses centrales del año (mayo, junio, julio y agosto) presentan mayores niveles de ventas que los demás; por esta razón se consideró más preciso hacer estimaciones de volumen anual, y con los promedios del porcentaje de participación de cada diámetro en cada mes, obtener los valores proyectados, respectivos.

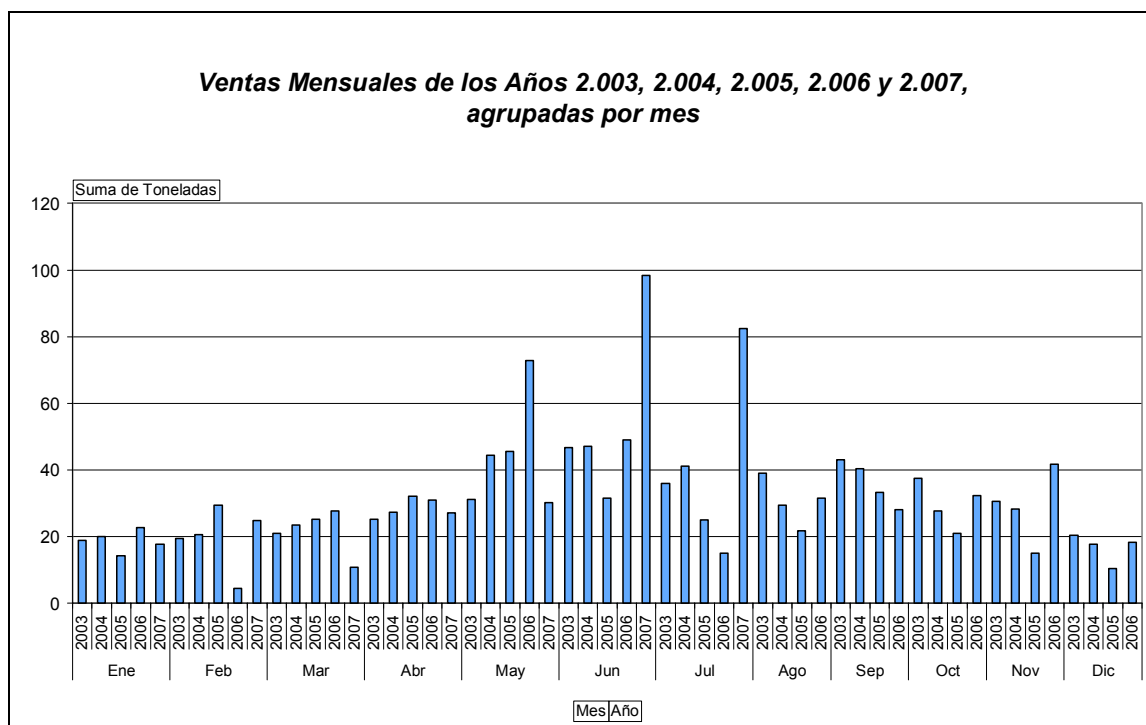


Gráfico 3: Volúmenes de ventas mensuales para los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y parte del 2007, agrupados por mes.

Fuente: Propia.

Las Tablas 30 y 31 presentan las participaciones porcentuales de los distintos meses y diámetros, respectivamente; dichas participaciones se calcularon promediando en función de los datos existentes para los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y 2.007.



Capítulo VII: Análisis Financiero

Mes	Participación Porcentual
Enero	5,33%
Febrero	5,44%
Marzo	6,93%
Abril	8,26%
Mayo	13,73%
Junio	12,22%
Julio	8,30%
Agosto	8,55%
Septiembre	10,28%
Octubre	8,30%
Noviembre	8,01%
Diciembre	4,67%
Total	100%

Tabla 30: Participaciones porcentuales promedio por mes.

Fuente: Propia.

Diámetro (Ø)	Participación Porcentual
<i>ln</i>	%
1/8	8,61%
3/16	16,64%
1/4	24,01%
5/16	14,10%
3/8	15,30%
7/16	10,86%
1/2	10,48%
Total	100%

Tabla 31: Participaciones porcentuales promedio por diámetro.

Fuente: Propia.

El año 2.007 no presenta los datos completos, ya que sólo se maneja información hasta el mes de julio, pues no se han completado las ventas de dicho año. El 2.007 tal como se tiene, no se debe considerar en los cálculos, ya que afectaría los resultados y generaría imprecisiones; no considerarlo eliminaría algo menos del 20% de los datos de la muestra con la cual se cuenta para la estimación. Por ello, se estimó el comportamiento de los meses restantes de dicho año, utilizando las participaciones porcentuales promedio de los diámetros y los meses, de las Tablas 30 y 31. El complemento estimado de las ventas del año 2.007 se presenta en la Tabla 32:



Meses Proyectados 2007	1/8"	3/16"	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"
Agosto	1.781	3.442	4.966	2.916	3.165	2.246	2.168
Septiembre	2.141	4.137	5.969	3.505	3.804	2.699	2.605
Octubre	1.730	3.344	4.824	2.833	3.074	2.181	2.106
Noviembre	1.668	3.223	4.650	2.731	2.964	2.103	2.030
Diciembre	972	1.878	2.710	1.591	1.727	1.225	1.183

Tabla 32: Estimaciones de las ventas de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de 2.007.

Fuente: Propia.

El Gráfico 4 presenta el comportamiento de las ventas anuales de los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y 2.007; también presenta la curva de tendencia hecha en función de los datos presentes.

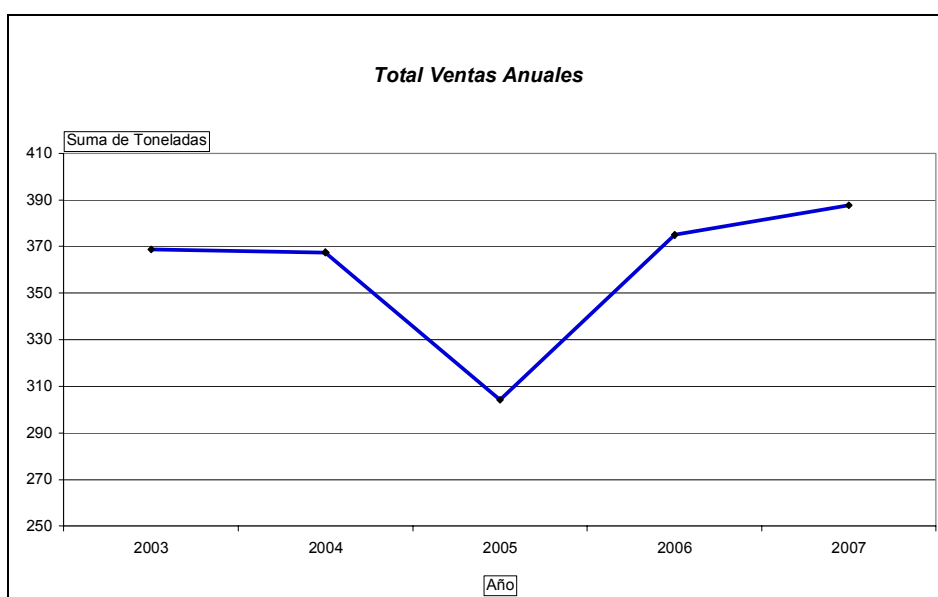


Gráfico 4: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.005, 2.006 y 2007.

Fuente: Propia.

Tal como se observa en el Gráfico 4, la cantidad de toneladas vendidas para el año 2.005 es menor que las demás; plasmando los cálculos se obtiene que las ventas de dicho año representan un 84,3% del promedio de las ventas de los otros cuatro (4). Con base en información proveniente de la empresa, y en relación a los demás años, se asocia el descenso en el valor de las ventas del 2.005 a fallas y retrasos por parte de uno de los proveedores de alambrón durante ese período. El riesgo de que la empresa se enfrente a una situación similar, en la que las ventas bajen en una proporción similar, representa un punto de cuidado para la misma, y por tanto, para la implantación de la planta de galvanizado electrolítico. Por ello, se decidió plantear dos escenarios para las ventas de los cinco años que conformarán el horizonte de tiempo del análisis financiero:



- **Escenario 1:** Se estima el comportamiento del año 2.005, con base en una regresión adecuada y los años restantes que conforman la muestra; éste mostrará los niveles de ventas que se pudieron haber esperado en la muestra, de haber contado con una suministro normal de alambazón. En función de esta nueva muestra, se estima (como se había planteado inicialmente) los niveles de venta de los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012, lo que representaría un escenario optimista.
- **Escenario 2:** Debido a la situación de inestabilidad actual que se vive en el país, es recomendable manejar un escenario en el cual las condiciones sean no tan favorables, a fin de evaluar el comportamiento de los costos, y por ende del ahorro final generado. Este escenario se caracterizaría por tener un porcentaje de ventas menor al del Escenario 1; el nivel de ventas de cada año se determinaría como el 80% de los distintos niveles de ventas proyectados en el Escenario 1, a fin de imitar una situación como la vivida en el año 2.005.

7.1.1.- Escenario 1 - Optimista

El Gráfico 5 presenta el comportamiento de los datos de los años 2.003, 2.004, 2.006 y 2.007, los cuales servirán para estimar el comportamiento que se esperaba para el año 2.005; también presenta la curva de tendencia hecha en función de los datos presentes.

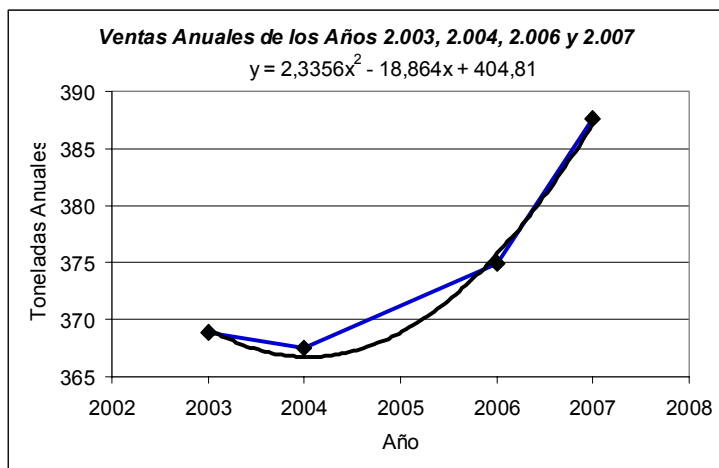


Gráfico 5: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.006 y 2.007.
Fuente: Propia.



Con base en la tendencia observada en el Gráfico 5, se obtiene la Ecuación 3, que al ser evaluada arrojó un valor esperado de las ventas totales para el año 2.005 de trescientas sesenta y nueve (369) toneladas de cadenas eslabonadas de acero.

$$Y = 2,3356X^2 - 18,864X + 404,81$$

Ecuación 3: Curva de tendencia de los datos del Gráfico 5.
Fuente: Propia.

El Gráfico 6 presenta el comportamiento de las ventas de los años 2.003, 2.004, 2.005 (esperado), 2.006 y 2.007, así como una curva de tendencia de los datos presentes; la Ecuación 4 representa dicha regresión:

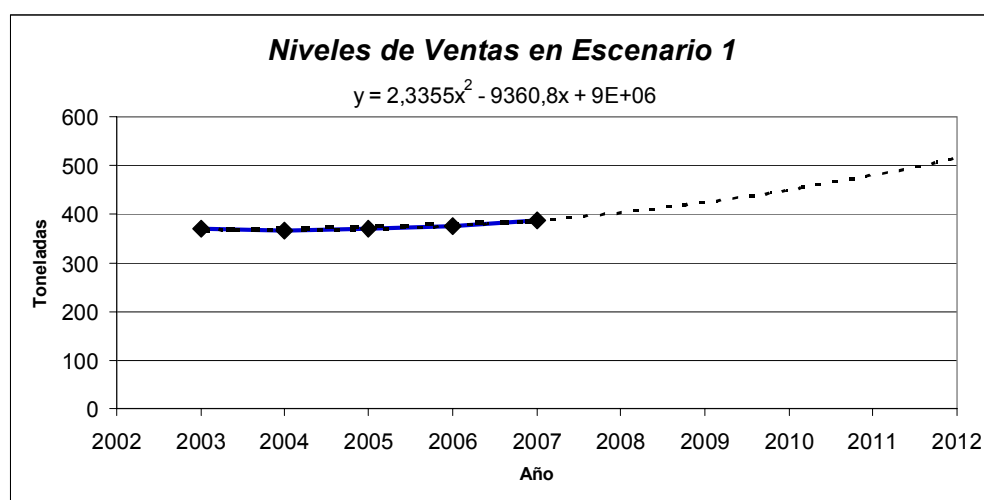


Gráfico 6: Volúmenes de ventas anuales para los años 2.003, 2.004, 2.005 (estimado), 2.006 y 2.007.
Fuente: Propia.

$$Y = 2,3355X^2 - 9360,8X - 9000000$$

Ecuación 4: Curva de tendencia de los datos del Gráfico 6.
Fuente: Propia.

Con pié en la Ecuación 4 y a las participaciones porcentuales de las Tablas 30 y 31, se obtiene la Tabla 33, con las ventas estimadas para los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012, para los distintos diámetros:



Proyección Escenario 1 (Optimista) por Diámetro					
Diámetro (Ø)	2008	2009	2010	2011	2012
$\frac{1}{8}$	34,80	36,52	38,76	41,34	44,27
$\frac{3}{16}$	67,23	70,56	74,89	79,88	85,54
$\frac{1}{4}$	97,00	101,80	108,04	115,24	123,41
$\frac{5}{16}$	56,96	59,78	63,44	67,67	72,46
$\frac{3}{8}$	61,82	64,88	68,85	73,44	78,65
$\frac{7}{16}$	43,86	46,04	48,86	52,12	55,81
$\frac{1}{2}$	42,34	44,44	47,16	50,30	53,87

Tabla 33: Ventas estimadas (en toneladas), por diámetro, para los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012, para el Escenario 1.

Fuente: Propia.

7.1.2.- Escenario 2 - Pesimista

Tal como se explicó, las ventas estimadas de los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012, en este escenario, vienen dadas directamente por el 80% de las ventas estimadas para el Escenario 1. La Tabla 34 contiene las ventas estimadas para el Escenario 2:

Proyección Escenario 2 (Pesimista) por Diámetro					
Diámetro (Ø)	2008	2009	2010	2011	2012
$\frac{1}{8}$	27,84	29,21	31,01	33,07	35,42
$\frac{3}{16}$	53,79	56,45	59,91	63,90	68,43
$\frac{1}{4}$	77,60	81,44	86,43	92,19	98,72
$\frac{5}{16}$	45,56	47,82	50,75	54,14	57,97
$\frac{3}{8}$	49,45	51,90	55,08	58,76	62,92
$\frac{7}{16}$	35,09	36,83	39,09	41,69	44,65
$\frac{1}{2}$	33,87	35,55	37,73	40,24	43,09

Tabla 34: Ventas estimadas (en toneladas), por diámetro, para los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012, para el Escenario 2.

Fuente: Propia.

7.2.- Estudio de Costos

La Ilustración 6 muestra la separación de las partes del proceso productivo actual y propuesto, para visualizar cuales son los costos que deben considerarse en este estudio, a fin de comparar montos equivalentes en el análisis posterior:

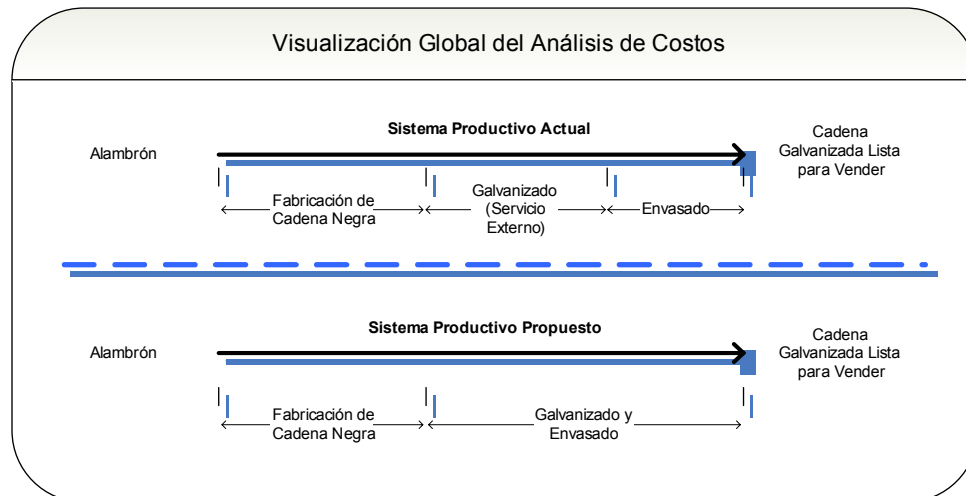


Ilustración 6: Visualización global del Análisis de Costos.

Fuente: Propia.

Respecto al sistema productivo actual se considerarán los costos de galvanizado (como servicio externo) y de envasado, mientras que respecto al sistema productivo propuesto se considerarán los de galvanizado y envasado. Se debe recordar que aquellos costos que no varíen respecto a la situación actual y a la propuesta, no serán tomados en cuenta.

7.2.1.- Costos asociados a la Situación Actual (Alternativa 1)

La Tabla 35 contiene, para los distintos diámetros, los costos por kilogramo de cadena para: el galvanizado, el transporte entre Metal Mecánica Trinacria y la empresa que galvaniza, la mano de obra asociada al desenredado y envasado, y por último la suma de los mismos.

Diámetro (Ø)	Galvanizado	Transporte	Mano de Obra	Costo Total
<i>In</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>
1/8	936,000	7,520	50,400	993,919
3/16	827,000	7,520	16,800	851,320
1/4	827,000	7,520	14,000	848,520
5/16	827,000	7,520	14,000	848,520
3/8	827,000	7,520	11,200	845,720
7/16	827,000	7,520	11,200	845,720
1/2	827,000	7,520	11,200	845,720

Tabla 35: Parámetros de medida asociados a las cadenas eslabonadas.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.



7.2.2.- Costos asociados al Sistema de Galvanizado y Envasado Propuesto (Alternativa 2)

Es importante resaltar que los costos acá expuestos, están calculados vigentes durante el estudio. Para las distintas estimaciones anuales de costos, se ajustarán los precios con base al Índice de Precios para la Producción en la Industria Manufacturera Privada.

El Diagrama 15 presenta el esquema de costos que se utilizará en este estudio, el cual considera los costos asociados al galvanizado, a su mano de obra, insumos, materia prima (químicos y electricidad para el galvanizado), así como la mano de obra asociada al envasado de la cadena, entre otros. El costo total asociado al sistema de galvanizado y envasado se dividirá en “Costos Directos” y “Carga Fabril”.

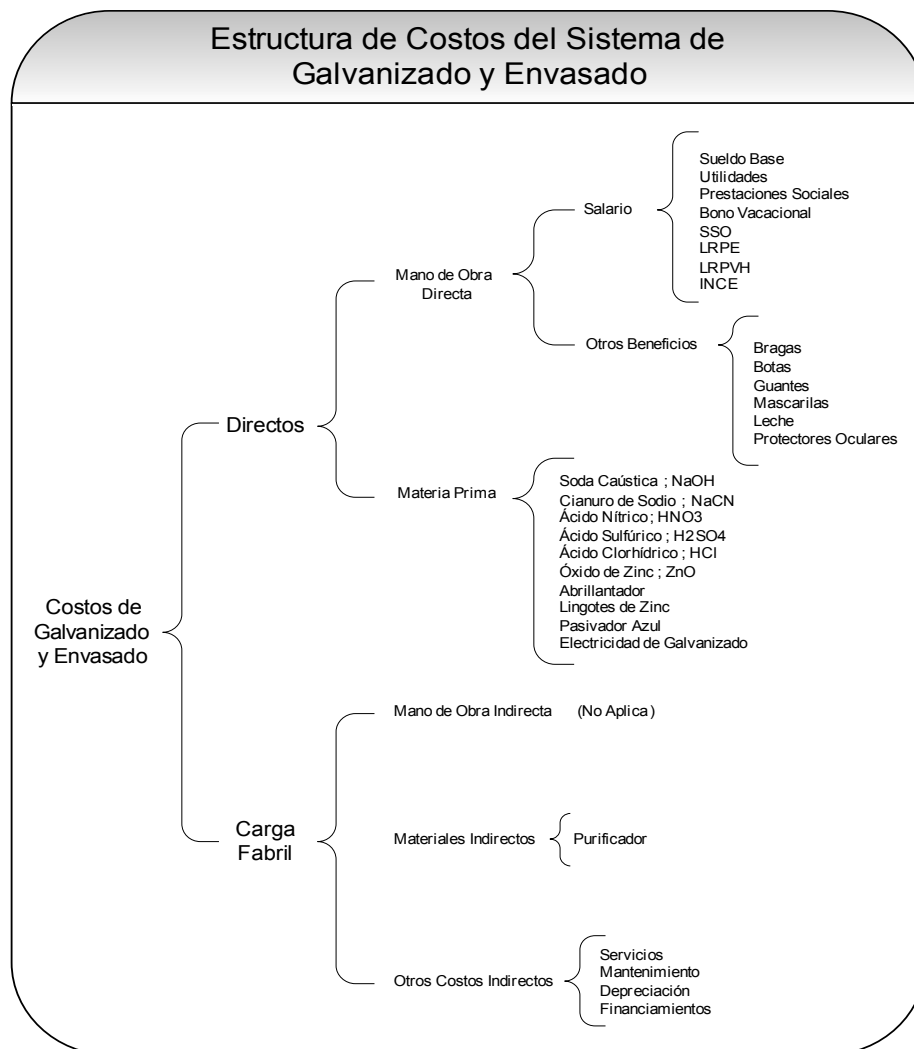


Diagrama 15: Esquema de Costos para el Sistema de Galvanizado y Envasado.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.



7.2.2.1.- Costos Directos

La Tabla 36 contiene los costos directos por kilogramo de cadena, para cada diámetro, y desglosados en “Mano de Obra Directa” y “Materia Prima”.

Diámetro (Ø)	Costos Directos por Kg. de Cadena	
	Mano de Obra Directa	Materia Prima
<i>ln</i>		
$\frac{1}{8}$	Bs. 179,99	Bs. 512,59
$\frac{3}{16}$	Bs. 57,23	Bs. 473,80
$\frac{1}{4}$	Bs. 27,08	Bs. 392,19
$\frac{5}{16}$	Bs. 20,73	Bs. 354,06
$\frac{3}{8}$	Bs. 17,62	Bs. 319,49
$\frac{7}{16}$	Bs. 17,90	Bs. 315,25
$\frac{1}{2}$	Bs. 14,36	Bs. 292,46

Tabla 36: Costos Directos por Kilogramo de Cadena.
Fuente: Propia.

7.2.2.1.1.- Mano de Obra Directa

En este punto referido particularmente a los costos de Mano de Obra Directa, es importante saber que los cálculos de nómina son elaborados en función de horas laborales y no de los kilogramos de cadena; sin embargo, se realiza una aproximación al costo por kilogramo, multiplicando el costo por hora de la mano de obra directa y la capacidad del sistema de galvanizado, para cada diámetro. Los costos que se muestren dentro del punto 7.2.2.1.1 (Mano de Obra Directa) y subsiguientes, se presentaran en Bolívars por unidad de tiempo.

Costo Anual de Mano de Obra Directa	
Costo de Salario	Bs. 53.662.385,25
Otros Beneficios	Bs. 6.009.200,00

Tabla 37: Costos Anual de Mano de Obra Directa.
Fuente: Propia.

7.2.2.1.1.1.- Salarios

La Tabla 38 contiene los lineamientos principales que determinan los Salarios que se le deberán cancelar a los operadores.



Capítulo VII: Análisis Financiero

Aspecto	Valor	Observación
Salario Mínimo (Bs.)	Bs. 614.790,00	
Tope salarial SSO	Bs. 3.073.950,00	A partir de cinco (5) salarios mínimos
Tope salarial LRPE	Bs. 6.147.900,00	A partir de diez (10) salarios mínimos
Salario Base en % de Salario Mínimo	130%	
Unidad Tributaria	Bs. 37.632,00	
Bono de Alimentación	Bs. 9.408,00	Entre 0,25UT y 0,5UT; por jornada laboral; 0,25UT
Días de Utilidades	60	
Número de lunes considerados por mes	4	
Número de días para Bono Vacacional	7	Se suma uno (1) por cada año de antigüedad
Horas Anuales Trabajadas	2112	Aproximadas

Tabla 38: Lineamientos para la determinación de los Salarios.

Fuente: Leyes varias, Metal Mecánica Trinacria.

La Tabla 39 muestra los sueldos base por mes para cada operador, el cual es un 130% del salario mínimo actual; dicho porcentaje está establecido por la empresa.

Operador	Cargo	Sueldo Base Mensual
1	Proveedor	Bs. 799.227,00
2	Galvanizador	Bs. 799.227,00
3	Envasador	Bs. 799.227,00

Tabla 39: Sueldo Base para cada operador.

Fuente: Propia.

La Tabla 40 muestra el total anual de los aportes patronales, en función del sueldo base mensual, con todas las consideraciones de ley.

Aporte Patronal Anual								
Operador	S.S.O. 9%	LRPE 2%	LRPVH 2%	INCE 2%	Utilidades	Bono de Alimentación 9.408 Bs./diarios	Prestaciones	Bono Vacacional 7 días
1	Bs. 796.767,84	Bs. 177.059,52	Bs. 200.533,32	Bs. 200.533,32	Bs. 2.179.710,00	Bs. 2.483.712,00	Bs. 2.004.122,25	Bs. 254.299,50
2	Bs. 796.767,84	Bs. 177.059,52	Bs. 200.533,32	Bs. 200.533,32	Bs. 2.179.710,00	Bs. 2.483.712,00	Bs. 2.004.122,25	Bs. 254.299,50
3	Bs. 796.767,84	Bs. 177.059,52	Bs. 200.533,32	Bs. 200.533,32	Bs. 2.179.710,00	Bs. 2.483.712,00	Bs. 2.004.122,25	Bs. 254.299,50

Tabla 40: Aportes Patronales Anuales por operador.

Fuente: Propia.

La Tabla 41 muestra el sueldo base anual, el aporte patronal total, así como los salarios totales por operador y por nómina.



Capítulo VII: Análisis Financiero

Empleado	Cargo	Sueldo Base Anual	Aporte Patronal Total	Total Anual Por Trabajador	Costo de Salario Anual
1	Proveedor	Bs. 9.590.724,00	Bs. 8.296.737,75	Bs. 17.887.461,75	Bs. 53.662.385,25
2	Galvanizador	Bs. 9.590.724,00	Bs. 8.296.737,75	Bs. 17.887.461,75	
3	Envasador	Bs. 9.590.724,00	Bs. 8.296.737,75	Bs. 17.887.461,75	

Tabla 41: Resumen de Costo Anual de Salario por operador y nómina total.

Fuente: Propia.

7.2.2.1.1.- Otros Beneficios

La Tabla 42 muestra los costos relacionados a otros beneficios que reciben los trabajadores; muestra dichos costos por año.

Otros Beneficios	Costo Anual
Leche Completa Líquida	Bs. 2.851.200,00
Botas de Seguridad	Bs. 560.000,00
Botas de Goma	Bs. 240.000,00
Bragas	Bs. 480.000,00
Mascaras Auto filtrantes	Bs. 180.000,00
Filtros para mascarar	Bs. 360.000,00
Guantes antiácido	Bs. 480.000,00
Guantes de caraza	Bs. 768.000,00
Protectores oculares para las Mascaras Auto filtrantes	Bs. 90.000,00
Total Anual en Otros Beneficios	Bs. 6.009.200,00

Tabla 42: Costo Anual de Otros Beneficios recibidos por los Operadores.

Fuente: Propia.

7.2.2.1.2.- Materia Prima

La Tabla 43 muestra los distintos materiales (sustancias químicas, casi en su totalidad) utilizados para el sistema de galvanizado electrolítico:

Materia Prima	Observación	Costo por Kg.
Soda Cáustica	NaOH	Bs. 11,00
Cianuro de Sodio	NaCN	Bs. 48,00
Ácido Nítrico	HNO ₃	Bs. 24,96
Ácido Clorhídrico	HCl	Bs. 13,44
Óxido de Zinc	ZnO	Bs. 37,00
Abrillantador	-	Bs. 39,06
Lingotes de Zinc (ánodos)	Zn	Bs. 67,80
Pasivador Azul	Genera una capa protectora para el brillo el galvanizado	Bs. 15,87
Costo Materia Prima		Bs. 257,12

Tabla 43: Costo de Materia Prima por Kilogramo.

Fuente: Propia.

La electricidad consumida por el tanque de galvanizado, es considerada parte de la materia prima. Los costos se calcularon a partir del precio de la electricidad con la cual se



alimenta Metal Mecánica Trinacria: 145 Bs./KV-Amp. La Tabla 44 muestra los costos por kilogramo, asociados a dicho consumo, separadas por diámetro:

Diámetro (Ø)	Costo de Energía
<i>In</i>	<i>Por Kilogramo</i>
1/8	Bs. 255,47
3/16	Bs. 216,68
1/4	Bs. 135,07
5/16	Bs. 96,94
3/8	Bs. 62,37
7/16	Bs. 58,13
1/2	Bs. 35,33

Tabla 44: Costo Electricidad por Kilogramo, para cada diámetro de cadena.

Fuente: Propia.

7.2.2.2.- Carga Fabril

La Tabla 45 resume la carga fabril (costos indirectos) relacionada con la galvanización y envasado de cadenas; está subdividida en dos elementos: “Materiales Indirectos” y “Otros Costos Indirectos”.

Carga Fabril	
<i>Concepto</i>	<i>Gasto por Kg.</i>
Materiales Indirectos	Bs. 10,33
Otros Costos Indirectos	Bs. 65,93
Total Carga Fabril	Bs. 76,26

Tabla 45: Carga Fabril asociada al galvanizado y envasado de cadenas.

Fuente: Propia.

7.2.2.2.1.- Materiales Indirectos

El proceso de envasado no utiliza ningún tipo de material indirecto que sea relevante mencionar en éste estudio, es decir que difiera entre la situación actual y la propuesta. El proceso de galvanizado, en cambio, si utiliza un producto denominado “purificador”, el cual se emplea para extender la vida de los químicos utilizados en el proceso de galvanizado (en la secuencia de baños). La Tabla 46 contiene el costo asociado a este:

Materiales Indirectos	Costo por Kg.
Purificador	Bs. 10,33
Costo Total Materiales Indirectos	Bs. 10,33

Tabla 46: Carga Fabril asociada al galvanizado y envasado de cadenas.

Fuente: Propia.

7.2.2.2.2.- Otros Costos Indirectos

Otros costos indirectos están asociados a las cuentas de depreciación, financiamiento, mantenimiento y servicios. La Tabla 47 muestra su resumen:



Capítulo VII: Análisis Financiero

Costo Indirecto	Costo por Kg.
Financiamiento	Bs. 37,94
Depreciación	-Bs. 25,61
Servicios	Bs. 26,93
Mantenimiento	Bs. 26,67
Total Costos Indirectos	Bs. 65,93

Tabla 47: Resumen de Otros Costos Indirectos Asociados.
Fuente: Propia.

7.2.2.2.1.- Depreciación

Está calculada en función de los equipos, que según se mencionó, no están depreciados aún, es decir, los equipos nuevos. Se empleó el método de depreciación por línea recta y un porcentaje de valor de salvamento del 5%, según los lineamientos de la empresa. La Tabla 48 muestra los equipos que la empresa aun no posee y con los cuales se debe contar para poner en funcionamiento el sistema de galvanizado y envasado, y se especifica si están ya en las instalaciones de Metal Mecánica Trinacria; también se muestra la inversión inicial total.

Concepto	Clasificación	Cantidad	Fabricación	Existencia	Costo
Controladores de Temperatura	Control	1	MMT	No	Bs. 4.500.000,00
Controladores de Corriente	Control	1	MMT	No	Bs. 6.000.000,00
Controladores de Velocidad	Control	1	MMT	No	Bs. 2.500.000,00
Cuarto de Control	Control	1	MMT	No	Bs. 6.250.000,00
Sistema de Filtración	Producción	1	Externa	No	Bs. 5.600.000,00
Sistema de Sensor de Movimiento de Cadenas	Producción	1	MMT	No	Bs. 22.000.000,00
Sistema de Poleas	Producción	1 por tanque	MMT	Parcial	Bs. 3.000.000,00
Sistema de Motores para las Poleas	Producción	1	Externa	Parcial	Bs. 2.500.000,00
Contenedores de Transporte	Transporte	14	MMT	No	Bs. 4.200.000,00
Otros Gastos	-	-	-	-	Bs. 5.000.000,00
Inversión Inicial Total					Bs. 61.550.000,00

Tabla 48: Cuadro resumen para las Instalaciones Iniciales y su costo.
Fuente: Propia.

La Tabla 49 muestra los cálculos de depreciación que se realizan a un equipo; las depreciaciones de los equipos restantes se encuentran en el Anexo A)



Controladores de Temperatura					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 4.500.000,00	Bs. 4.500.000,00	Bs. 4.500.000,00	Bs. 4.500.000,00	Bs. 4.500.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 225.000,00	Bs. 225.000,00	Bs. 225.000,00	Bs. 225.000,00	Bs. 225.000,00
Valor Depreciable	Bs. 4.275.000,00	Bs. 4.275.000,00	Bs. 4.275.000,00	Bs. 4.275.000,00	Bs. 4.275.000,00
Depreciación del Período	Bs. 855.000,00	Bs. 855.000,00	Bs. 855.000,00	Bs. 855.000,00	Bs. 855.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 855.000,00	Bs. 1.710.000,00	Bs. 2.565.000,00	Bs. 3.420.000,00	Bs. 4.275.000,00
Valor en Libros	Bs. 3.645.000,00	Bs. 2.790.000,00	Bs. 1.935.000,00	Bs. 1.080.000,00	Bs. 225.000,00

Tabla 49: Cuadro de Depreciación para los Controladores de Temperatura.

Fuente: Propia.

Se calculó de forma similar la depreciación para todos los equipos en los que aun era posible. Se obtiene un monto total de depreciación anual de Bs. 9.604.500. Es importante resaltar que la depreciación se manejara con signo positivo, respecto al resto de los costos, que se considerarán negativos.

7.2.2.2.2.- Financiamiento

Se investigó en distintas entidades financieras acerca de las posibilidades de solicitar un crédito y se decidió trabajar con una alternativa ofrecida por una entidad financiera del estado, la cual ofrece las siguientes características:

- **Tasa:** 12% anual.
- **Plazo:** 5 años.

En la Tabla 50, se presenta la tabla de información referente al financiamiento a lo largo del tiempo: saldo al inicio de cada año, monto de la cuota anual, interés por período cancelado en el período (incluido en la cuota), amortización del período (incluida en la cuota), interés y amortización acumulada, y por último el saldo al final de cada año.

Año	Saldo al Inicio	Monto de la Cuota	Interés Del Período	Amortización del Período	Interés Acumulado	Amortización Acumulada	Saldo Pendiente
2.008	61.550.000,00	17.074.569,00	7.386.000,00	9.688.569,00	7.386.000,00	9.688.569,00	51.861.431,00
2.009	51.861.431,00	17.074.569,00	6.223.371,72	10.851.197,28	13.609.371,72	20.539.766,28	41.010.233,72
2.010	41.010.233,72	17.074.569,00	4.921.228,05	12.153.340,95	18.530.599,77	32.693.107,24	28.856.892,76
2.011	28.856.892,76	17.074.569,00	3.462.827,13	13.611.741,87	21.993.426,90	46.304.849,11	15.245.150,89
2.012	15.245.150,89	17.074.569,00	1.829.418,11	15.245.150,89	23.822.845,00	61.550.000,00	0,00

Tabla 50: Desarrollo detallado del plan de financiamiento recomendado.

Fuente: Propia.



7.2.2.2.3.- Mantenimiento

Se determinó un monto de Bs. 26,67 por kilogramo de cadena galvanizada; dicho monto proviene de información suministrada por la empresa, a partir de estimaciones hechas en el diseño del sistema de galvanizado y en función de los equipos, y del uso que se les dará a estos.

7.2.2.2.4.- Servicios

La Tabla 51 muestra las estimaciones de los consumos de los servicios citados en la misma. Es importante recordar que el costo del servicio de electricidad reflejado en la Tabla 51, no incluye la electricidad asociado al galvanizado electrolítico como tal, sino a todos los demás consumos: motores, sistemas de control, entre otros.

Servicio	Costo por Kg.
Electricidad	Bs. 5,33
Agua	Bs. 5,60
Gas	Bs. 16,00
Costo Total Servicios	Bs. 26,93

Tabla 51 : Resumen de costos asociados a servicios.

Fuente: Propia.

7.2.2.3.- Valores del Indicador PPKG

La Tabla 52 contiene, para cada diámetro, el costo total por kilogramo de cadena que es galvanizada y envasada, es decir, el valor del Indicador PPKG, así como su variación respecto al PPKG de la Alternativa 1; los cálculos se basan en los costos y los niveles de ventas asociados al año 2.008:

Diámetro (Ø)	PPKG	
	Propuesta	Variación
<i>In</i>	<i>Bs./Kg.</i>	<i>Bs./Kg.</i>
1/8	834,910	-159,850
3/16	793,741	-58,979
1/4	707,112	-142,248
5/16	666,637	-181,883
3/8	629,941	-216,899
7/16	625,439	-220,841
1/2	601,244	-244,756

Tabla 52: Valores del Indicador PPKG para el sistema de galvanizado propuesto, y su variación respecto al Actual.

Fuente: Propia.

7.3.- Análisis de Ahorro Proyectado

Partiendo de los costos expuestos en el punto 7.2, y las estimaciones de ventas hechas para los dos (2) escenarios planteados en el punto 7.1, se plantea un cálculo de valor presente



neto, tasa interna de retorno y relación costo-beneficio, para dos supuestos distintos en cada escenario:

- **Para el Escenario 1:**
 - o Continuar con el servicio externo de galvanizado (Alternativa 1)
 - o Galvanizar las cadenas dentro de la fábrica (Alternativa 2)
- **Para el Escenario 2:**
 - o Continuar con el servicio externo de galvanizado (Alternativa 1)
 - o Galvanizar las cadenas dentro de la fábrica (Alternativa 2)

Con base en las ventas estimadas para los años que conforman el horizonte temporal de análisis, y la variación porcentual anual promedio del Índice de Precios para la Producción en la Industria Manufacturera Privada, mostrada en la Tabla 53, se proyectaron los costos asociados al proceso de galvanizado que se propone realizar dentro de la empresa.

Variación Anual Promedio del IPIMP			
Año	Variación Absoluta	Variación Porcentual	Promedio Porcentual
2007	66,03	11,60%	18,44%
2006	43,61	8,37%	
2005	74,08	16,68%	
2004	120,42	37,27%	
2003	48,96	18,29%	

Tabla 53: Variación Anual Promedio del IPIMP.

Fuente: www.bcv.org.ve; revisado el 17 de septiembre de 2007.

7.3.1.- Cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima

Para el cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima (TRAM) se utilizó la expresión que incluye la tasa libre de riesgo y la tasa de retorno promedio del mercado para el sector en que se desenvuelve la empresa. La expresión mencionada es la Ecuación 5:

$$TRAM = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Ecuación 5: Expresión para el cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima.

Fuente: Metal Mecánica Trinacria.

Para la Ecuación 5, se sabe que:

- R_f : es la tasa libre de riesgo
- R_m : es la tasa promedio del mercado en el que se desenvuelve la empresa



- β : es el coeficiente de riesgo particular de la empresa para la que se desea realizar el análisis.

En general, se toma como referencia para la estimación de la tasa libre de riesgo el rendimiento de instrumentos financieros que se encuentran respaldados por los gobiernos de países con economías sólidas y de inflación contenida. Una práctica común es la de asumir para el cálculo de la TRAM una tasa libre de riesgo igual al rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos de América, que para la fecha del estudio alcanza, en promedio entre las diversas formas de negociación, el 4,15%. Así, a efectos del cálculo de la TRAM es éste el valor que se introducirá en la expresión anterior.

Por su parte, la tasa promedio de retorno del mercado (R_m) que se empleará en este caso, es determinada por la variación promedio anual del Índice de Precios para la Producción en la Industria Manufacturera Privada en Venezuela, a fin de considerar el efecto inflacionario que se vive en el país. De esta manera, se considera el valor de R_m en 18,44%, en función de la información contenida en la Tabla 53.

Finalmente, el coeficiente β indica cuál es la magnitud del riesgo asociado a la empresa que evalúa la TRAM, dentro del contexto de su sector de operaciones. En Metal Mecánica Trinacria se emplea un valor de $\beta = 1,30$ (que al ser mayor que 1, indica que la empresa tiene un riesgo asociado más alto que el promedio de las demás empresas de su ramo). Tal estimación se fundamenta en la observación de la situación política nacional para el momento del estudio, situación relacionada con una fuerte inseguridad en materia laboral, de insumos y económica.

Así, la TRAM a utilizar para realizar cálculos en este estudio es del 22.73%

7.3.2.- Cálculo de VPN y TIR

Para los cálculos de valor presente de cada alternativa, en cada escenario, se representarán los costos según los Diagramas 7 y 8; es importante señalar que se manejarán seis (6) años en el horizonte de análisis, debido a que se considerará la inversión como un costo al final del año 2.007, mientras que los costos de las Alternativas 1 y 2, se considerarán para el cierre de los años 2.008, 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012:

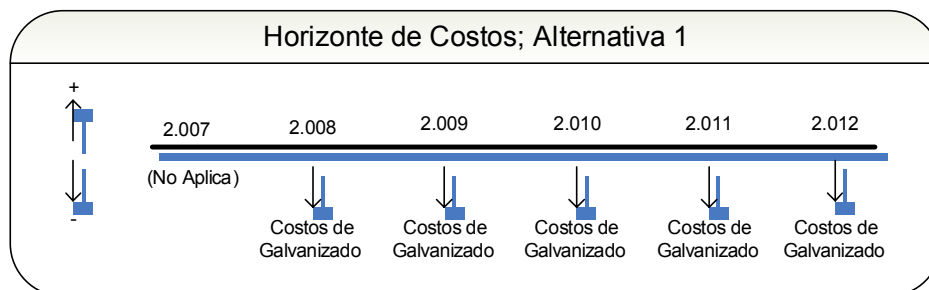


Gráfico 7: Horizonte de Costos para la alternativa 1.
Fuente: Propia.

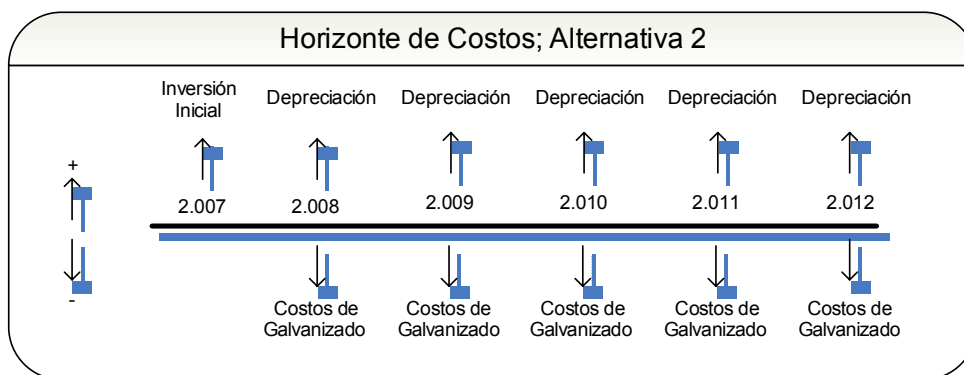


Gráfico 8: Horizonte de Costos para la alternativa 2.
Fuente: Propia.

- **Escenario 1:** Se presentan en la Tabla 54 los costos asociados al galvanizado en cada año proyectado, para cada caso (sistema de galvanizado y envasado propuesto versus situación actual); el año 2.008 incluye el costo de implantación.

Año	Galvanizado Interno	Galvanizado Externo
2007	Bs. 61.550.000,00	Bs. 0,00
2008	-Bs. 261.691.663,18	-Bs. 369.335.724,96
2009	-Bs. 316.647.556,37	-Bs. 459.107.352,46
2010	-Bs. 371.240.602,86	-Bs. 577.124.277,11
2011	-Bs. 479.382.519,08	-Bs. 729.132.582,19
2012	-Bs. 588.081.003,59	-Bs. 924.776.586,52

Tabla 54: Costos Anuales Proyectados para cada alternativa en el Escenario 1.
Fuente: Propia.

Se trajeron a valor presente del año 2.008 los costos de los años 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012; la Tasa de Retorno Atractiva Mínima empleada para dicho cálculo fue del 22.73%. Dichos valores presentes se encuentran en la Tabla 55:

Valor Presente Neto	Galvanizado Interno	Galvanizado Externo
	-Bs. 1.046.749.185,04	-Bs. 1.571.400.287,03

Tabla 55: Valores presentes al 2.008 de los costos asociados a cada alternativa en el Escenario 1.
Fuente: Propia.



Para observar la relación entre el costo de inversión, versus el beneficio que representa el ahorro en costos para la empresa, se presenta la Tabla 56, que contiene el ahorro en costos estimado para cada año:

Año	Ahorro	Inversión Anual
2007	Bs. 0,00	MM Bs. 61,55
2008	MM Bs. 107,64	Bs. 0,00
2009	MM Bs. 142,46	Bs. 0,00
2010	MM Bs. 205,88	Bs. 0,00
2011	MM Bs. 249,75	Bs. 0,00
2012	MM Bs. 336,70	Bs. 0,00

Tabla 56: Montos en millones de Bolívares para el Ahorro e Inversión Anual en el Escenario 1.
Fuente: Propia.

El Gráfico 9 muestra la relación del costo de inversión versus el beneficio del ahorro generado por la implementación de la alternativa 2, respecto a mantener la alternativa 1 vigente como parte del proceso actual de producción de cadenas eslabonadas de acero; el ahorro está determinado como los costos de la alternativa 1 menos los costos de la alternativa 2:

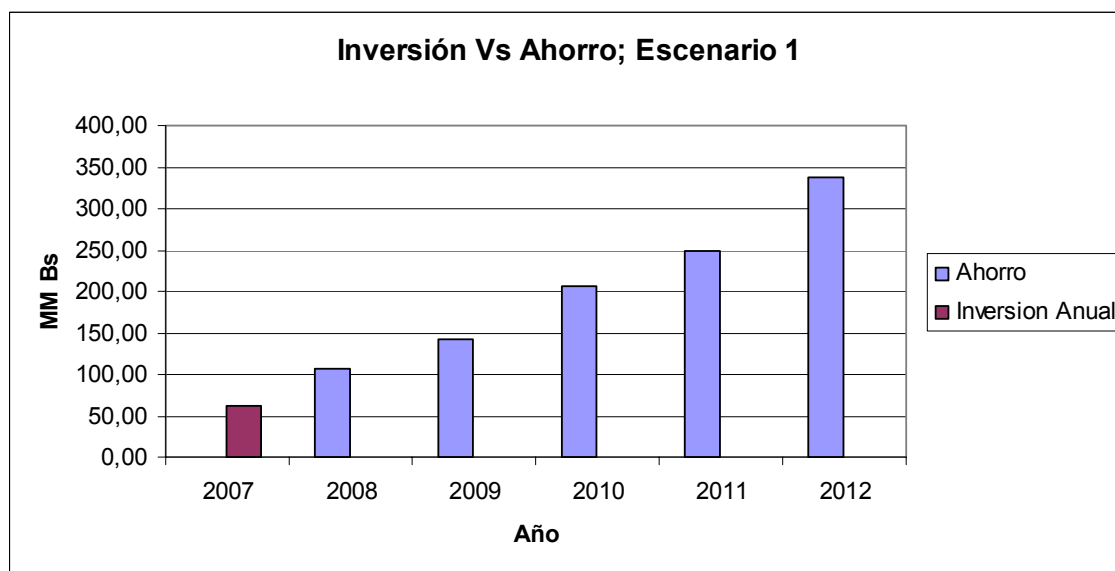


Gráfico 9: Inversión versus Ahorro en el Escenario 1.
Fuente: Propia.

En función del planteamiento del Gráfico 9, se determina la tasa interna de retorno asociada al ahorro generado por la diferencia de costos entre las alternativas 1 y 2, versus el costo de implantación de la alternativa 2; el Gráfico 10 representa el comportamiento de los



ahorros entre las alternativas 1 y 2, y la inversión asociada a la implantación de la alternativa 2, a lo largo del horizonte temporal de estudio:

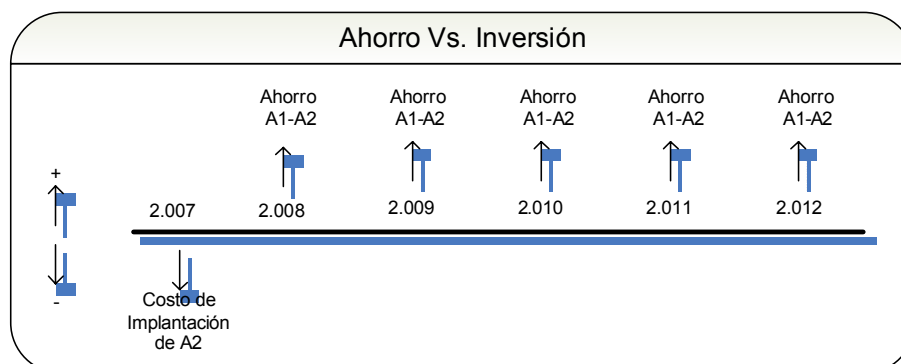


Gráfico 10: Representación del Ahorro versus la Inversión en el Escenario 1, para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno.
Fuente: Propia.

Se obtiene una Tasa Interna de Retorno del 206%, en función de los datos contenidos en la Tabla 56.

- **Escenario 2:** Se presentan en la Tabla 57 los costos asociados al galvanizado en cada año proyectado, para cada caso (sistema de galvanizado y envasado propuesto versus situación actual); el año 2.008 incluye el costo de implantación.

Año	Galvanizado Interno	Galvanizado Externo
2007	Bs. 61.550.000,00	Bs. 0,00
2008	-Bs. 223.515.333,00	-Bs. 295.468.579,97
2009	-Bs. 252.741.802,52	-Bs. 367.285.881,97
2010	-Bs. 316.258.014,79	-Bs. 461.699.421,69
2011	-Bs. 406.049.102,41	-Bs. 583.306.065,75
2012	-Bs. 495.581.080,45	-Bs. 739.821.269,22

Tabla 57: Costos Anuales Proyectados para cada alternativa en el Escenario 2.
Fuente: Propia.

Al igual que para el Escenario 1, se trajeron a valor presente del año 2.008 los costos de los años 2.009, 2.010, 2.011 y 2.012; la Tasa de Retorno Atractiva Mínima empleada para dicho cálculo fue del 22.73%. Dichos valores presentes se encuentran en la Tabla 58:

Valor Presente Neto	Galvanizado Interno	Galvanizado Externo
	-Bs. 877.933.274,85	-Bs. 1.257.120.229,63

Tabla 58: Valores presentes al 2.008 de los costos asociados a cada alternativa en el Escenario 2.
Fuente: Propia.



Para observar la relación entre el costo de inversión, versus el beneficio que representa el ahorro en costos para la empresa, se presenta la Tabla 59, que contiene el ahorro en costos estimado para cada año:

Año	Ahorro	Inversión Anual
2007	Bs. 0,00	MM Bs. 61,55
2008	MM Bs. 71,95	Bs. 0,00
2009	MM Bs. 114,54	Bs. 0,00
2010	MM Bs. 145,44	Bs. 0,00
2011	MM Bs. 177,26	Bs. 0,00
2012	MM Bs. 244,24	Bs. 0,00

Tabla 59: Montos en millones de Bolívares para el Ahorro e Inversión Anual en el Escenario 2.
Fuente: Propia.

El Gráfico 11 la relación costo de inversión versus el beneficio del ahorro generado por la implementación de la alternativa 2, respecto a mantener la alternativa 1 vigente como parte del proceso actual de producción de cadenas eslabonadas de acero; el ahorro está determinado como los costos de la alternativa 1 menos los costos de la alternativa 2:

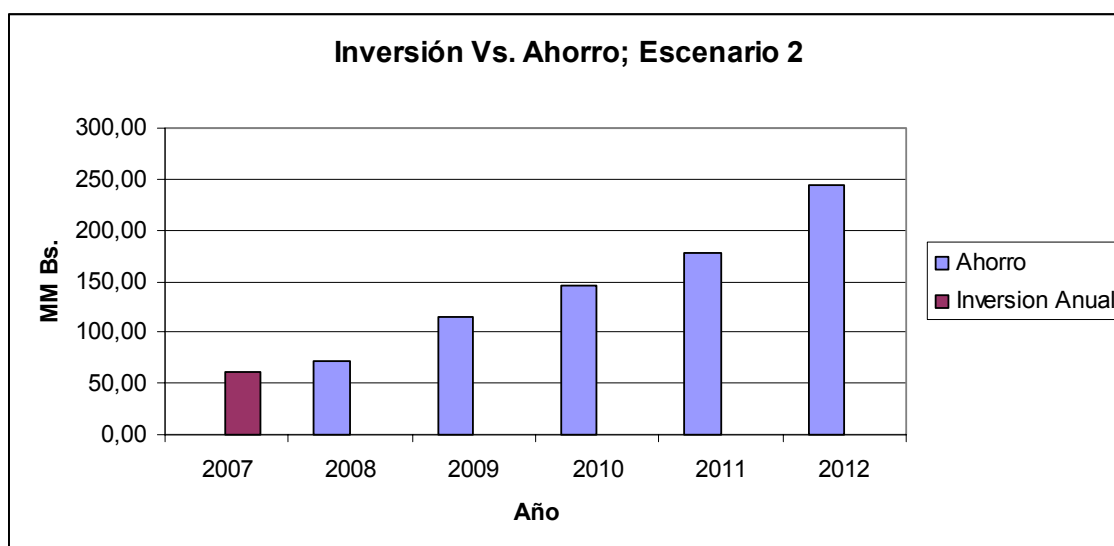


Gráfico 11: Inversión versus Ahorro en el Escenario 2.
Fuente: Propia.

En función del planteamiento del Gráfico 11, se determina la tasa interna de retorno asociada al ahorro generado por la diferencia de costos entre las alternativas 1 y 2, versus el costo de implantación de la alternativa 2; el Gráfico 12 representa el comportamiento de los ahorros entre las alternativas 1 y 2, y la inversión asociada a la implantación de la alternativa 2, a lo largo del horizonte temporal de estudio:

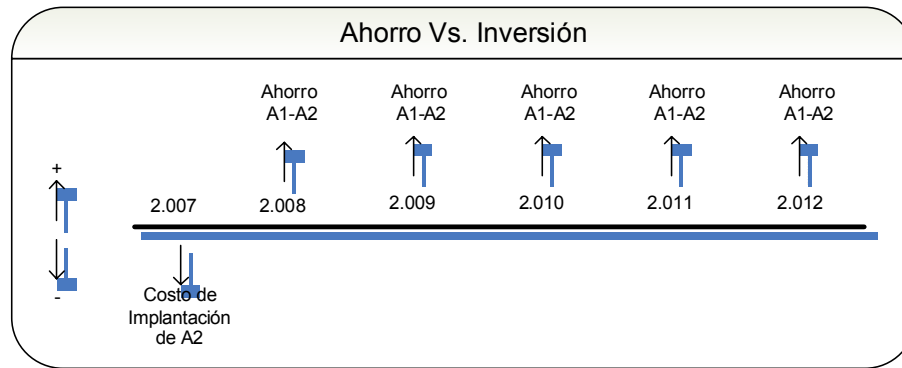


Gráfico 12: Representación del Ahorro versus la Inversión en el Escenario 2 para el cálculo de la Tasa Interna de Retorno.
Fuente: Propia.

Se obtiene una Tasa Interna de Retorno del 153%, en función de los datos contenidos en la Tabla 59.



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En resumen y tal como fueron descritas, las operaciones que conforman el proceso de elaboración de cadena negra eslabonada, a partir de alambón de acero, se llevan a cabo prácticamente en su totalidad dentro de la empresa: partiendo del decapado del alambón, pasando por el trefilado, el doblado y hasta la soldadura de los eslabones; son galvanizadas electrolíticamente con el servicio de un proveedor externo. Una vez que las cadenas son galvanizadas fuera de la fábrica, son devueltas para su envasado, y posterior venta. El servicio de galvanizado, por ser prestado por un tercero, asocia costos y dificultades para el control de la calidad del acabado del galvanizado de la cadena.

En función de lo anteriormente expuesto, y el estudio efectuado en el presente Trabajo Especial de Grado, se concluye que:

- Una de las características relevantes del sistema de galvanizado, diseñado por los ingenieros de Metal Mecánica Trinacria, es que maneja la cadena de forma continua, y no a granel, de modo que ésta no se enreda, y puede ser envasada sin ningún proceso previo.
- Metal Mecánica Trinacria posee algunos equipos, del total necesario para la implantación la Alternativa 2, lo cual aporta una ventaja a favor de la empresa.
- Debido a la existencia de características físicas de la planta, el área de galvanizado fue ubicada en un espacio que contaba con la presencia de un sistema de drenaje ya existente; razón por la cual no hubo necesidad de llevar a cabo un estudio de ubicación para el área de galvanizado. La existencia del sistema de drenajes, aportó un ahorro dentro del costo de inversión inicial.
- Fue necesario estimar de forma distinta los niveles de consumo de electricidad, debido a que el sistema de galvanizado consume energía en función del diámetro que se desea procesar, mientras que el consumo eléctrico de otros equipos es independiente.
- Uno de los aspectos de higiene de mayor importancia es la leche (producto lácteo) que deben consumir los empleados, ya que ésta se encarga de desintoxicar el



Conclusiones y Recomendaciones

organismo de los vapores que se respiran en ambientes como el de las áreas de galvanizado.

- No hizo falta depreciar los equipos que ya existen en la planta, debido a que tenían el tiempo suficiente para ser considerados con valor en libros igual a cero.
- Con la implantación de la Alternativa 2 se estima que el valor del los indicador KGPH (ver página 26) para la cadena de $\frac{1}{8}$ disminuya en aproximadamente 23%, mientras que para los demás diámetros, su aumento promedio es de alrededor de 27%.
- El establecimiento de dos (2) escenarios permitió el contraste de los resultados entre las Alternativas 1 y 2, para dos niveles de ventas distintos.
- El cálculo de la Tasa de Retorno Atractiva Mínima, fue necesario para incluir de alguna forma el efecto inflacionario que se vive en el país y el riesgo que conlleva la inversión en el proyecto.
- Del análisis financiero, en el evaluó una estimación de costos, ahorro e inversión, respecto a la Alternativa 1 y en dos escenarios distintos; se obtiene que para la Alternativa 2, el valor presente neto total en los costos proyectados a cinco (5) años, es de 33,39% menor (alrededor de quinientos veinte (520) millones de Bolívares menos) que el de la Alternativa 1, en el Escenario 1; mientras que para el Escenario 2 se observó que dicho valor presente es de 30,16% menor (alrededor de trescientos cincuenta (350) millones de Bolívares menos) que el de la Alternativa 1; por otra parte, los valores de las tasas internas de retorno (206% en el Escenario 1, y 153% en el Escenario 2), calculadas para la relación “Ahorro Vs. Inversión”, son en ambos casos mayores que la Tasa de Retorno Atractiva Mínima (TRAM) establecida (22,73%).
- De las estimaciones ejecutadas para la Alternativas en el Escenario 2 (pesimista), se observó que el valor del indicador PPKG (ver página 26) para la cadena de $\frac{1}{8}$ disminuyó en aproximadamente 16%, mientras que para los demás diámetros, su reducción promedio es de alrededor de 21%.
- Con base en todo lo antes estudiado y mencionado, y con base a las premisas y estimaciones realizadas, se concluye que la implantación de la Alternativa 2 es técnica y económicamente factible, y aporta una reducción significativa de los costos asociados al proceso, y un aumento en la productividad referente al galvanizado.



Recomendaciones

- En función de lo visto a lo largo del estudio, se recomienda la implantación de la Alternativa 2, a fin de que se realice el galvanizado electrolítico y el envasado de las cadenas eslabonadas de acero dentro de la empresa, ya que esto aporta, entre otras cosas, una reducción significativa de costos en la empresa.
- Se recomienda, una vez implantada la Alternativa 2, evaluar los precios de venta de las cadenas eslabonadas, debido a que se genera la posibilidad de reducir éstos a fin de hacer más competitivo el producto en el mercado, teniendo en cuenta el no afectar la percepción del cliente respecto a la calidad de las cadenas eslabonadas.
- De la misma manera, se recomienda la evaluación de los distintos puestos de trabajo en el taller de producción de cadenas, con el fin de justificar y/o reajustar cada uno de los mismos.
- Es también de suma importancia, el establecimiento de mecanismos de control adicionales, que permitan el almacenamiento de datos referentes a los procesos existentes, para la creación de una base histórica en la cual se puedan apoyar las decisiones que toma la empresa. Información detallada acerca de los niveles de consumo de materia prima, insumos, servicios, entre otros, puede ser de gran utilidad para dar base a la toma de decisiones y mejoramiento de procesos existentes.
- La creación de una base de datos respecto al proceso de galvanizado electrolítico, es similar a la referida anteriormente para los procesos de la empresa.
- La contratación de un “Galvanizador” con una preparación mayor a la obtenida en un bachillerato normal; un técnico medio en un área relacionada al proceso de galvanizado electrolítico, puede aportar más al mejoramiento, control y supervisión del mismo, por conocer de manera mas profunda el proceso.
- Se recomiendan las siguientes etapas, como esquema de referencia para la implantación de la Alternativa 2:
 - o Etapas 1: Obtención del financiamiento necesario para la implantación. (Duración aproximada: 5 semanas).
 - o Etapas 2: Diseño de los equipos faltantes que pueden ser elaborados en Metal Mecánica Trinacria. (Duración aproximada: 12 semanas).



Conclusiones y Recomendaciones

- o Etapa 3: Compra y Construcción de los equipos faltantes para la implantación. (Duración aproximada: 6 semanas).
- o Etapa 4: Tramitación de la permisología necesaria para la ejecución del proyecto. (Duración aproximada: 10 semanas).
- o Etapa 5: Acondicionamiento del área de planta destinada al galvanizado electrolítico de cadenas eslabonadas. (Duración aproximada: 4 semanas).
- o Etapa 6: Instalación de los equipos. (Duración aproximada: 6 semanas).
- o Etapa 7: Ejecución de pruebas. (Duración aproximada: 6 semanas).
- o Etapa 8: Puesta en marcha. (Duración aproximada: 2 semanas).

Semanas	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Etapa 1																								
Etapa 2																								
Etapa 3																								
Etapa 4																								
Etapa 5																								
Etapa 6																								
Etapa 7																								
Etapa 8																								

Tabla 60: Cronograma Asociado al desarrollo del Trabajo Especial de Grado.

Fuente: Propia.



Bibliografía

- VALARINO, Elizabeth (2000); Tesis a Tiempo. Grupo Editorial Carnero.
- HODSON, William K; Maynard, Manual del Ingeniero Industrial, Cuarta Edición (2004); McGraw Hill
- SHACKELFORD, James F. Introducción a la Ciencia de los Materiales para Ingenieros; Prentice Hall.

Otras Consultas

- Ley Sobre Sustancias, Materiales y Desechos Peligrosos.
- Ley Orgánica del Trabajo.
- Ley del Seguro Social.
- Ley del Régimen Prestacional de Empleo.
- Ley del Régimen Prestacional de Vivienda y Hábitat.
- Ley de Alimentación para los Trabajadores.
- Ley Orgánica de Protección de las Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo.
- ARAMBURU, Xavier - DIAZ, Carlos (2005); Estudio de factibilidad técnico-económico de un proyecto de automatización de los molinos de una empresa del sector de alimentos. UCAB.

Referencias Electrónicas

- <http://www.ecobachillerato.com/trabajosecem/analisisdafo.doc>
- <http://enciclopedia.us.es/index.php/Trefilado>
- <http://galvanizadocaliente.galvanizing.com.ar/>
- <http://www.fquim.unam.mx/sitio/uploads/pdfs/hoja2.pdf>
- <http://products3.3m.com/catalog>
- http://www.bcv.org.ve/excel/4_1_17.xls?id=351
- <http://es.wikipedia.org/wiki>



Glosario

Alambrón: materia prima esencial para la fabricación de cadenas eslabonadas de acero. Es un alambre de acero SAE 1008, con distintos diámetros (5.5mm, 8mm, 10mm, 11mm, 12.7mm y 14mm), el cuál es vendido a Metal Mecánica en rollos de aproximadamente un (1) metro de diámetro, y con alrededor de 920Kg.

Decapado: es un proceso que puede ser mecánico o químico; se somete al alambrón a este proceso con el fin de limpiarlo de la costra oxidada que se forma en su superficie, así como la remoción de grasas e impurezas de la misma.

Devanador: base circular de eje vertical que gira cuando el rollo alambrón que está puesto sobre él, es halado, por la trefiladora o por la dobladora.

Honda: elemento flexible sostenido en sus extremos, el cual forma una curva denominada catenaria.

Trefilado: consiste en pasar un alambre a través de una matriz agujereada mediante una fuerza de tracción aplicada desde el extremo de salida. Produce reducción de la sección e incremento de la longitud. La operación de trefilado total puede consistir en un conjunto de matrices en secuencia en serie.



ANEXOS



Anexo A

Tablas de Depreciación



Anexo A1: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Corriente

Controladores de Corriente					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 6.000.000,00	Bs. 6.000.000,00	Bs. 6.000.000,00	Bs. 6.000.000,00	Bs. 6.000.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 300.000,00	Bs. 300.000,00	Bs. 300.000,00	Bs. 300.000,00	Bs. 300.000,00
Valor Depreciable	Bs. 5.700.000,00	Bs. 5.700.000,00	Bs. 5.700.000,00	Bs. 5.700.000,00	Bs. 5.700.000,00
Depreciación del Período	Bs. 1.140.000,00	Bs. 1.140.000,00	Bs. 1.140.000,00	Bs. 1.140.000,00	Bs. 1.140.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 1.140.000,00	Bs. 2.280.000,00	Bs. 3.420.000,00	Bs. 4.560.000,00	Bs. 5.700.000,00
Valor en Libros	Bs. 4.860.000,00	Bs. 3.720.000,00	Bs. 2.580.000,00	Bs. 1.440.000,00	Bs. 300.000,00

Anexo A 1: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Corriente.

Fuente: Propia.

Anexo A2: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Velocidad

Controladores de Velocidad					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00
Valor Depreciable	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00
Depreciación del Período	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 475.000,00	Bs. 950.000,00	Bs. 1.425.000,00	Bs. 1.900.000,00	Bs. 2.375.000,00
Valor en Libros	Bs. 2.025.000,00	Bs. 1.550.000,00	Bs. 1.075.000,00	Bs. 600.000,00	Bs. 125.000,00

Anexo A 2: Cuadro de Depreciación de los Controladores de Velocidad.

Fuente: Propia.

Anexo A3: Cuadro de Depreciación del Cuarto de Control

Cuarto de Control					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 6.250.000,00	Bs. 6.250.000,00	Bs. 6.250.000,00	Bs. 6.250.000,00	Bs. 6.250.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 312.500,00	Bs. 312.500,00	Bs. 312.500,00	Bs. 312.500,00	Bs. 312.500,00
Valor Depreciable	Bs. 5.937.500,00	Bs. 5.937.500,00	Bs. 5.937.500,00	Bs. 5.937.500,00	Bs. 5.937.500,00
Depreciación del Período	Bs. 1.187.500,00	Bs. 1.187.500,00	Bs. 1.187.500,00	Bs. 1.187.500,00	Bs. 1.187.500,00
Depreciación Acumulada	Bs. 1.187.500,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 3.562.500,00	Bs. 4.750.000,00	Bs. 5.937.500,00
Valor en Libros	Bs. 5.062.500,00	Bs. 3.875.000,00	Bs. 2.687.500,00	Bs. 1.500.000,00	Bs. 312.500,00

Anexo A 3: Cuadro de Depreciación del Cuarto de Control.

Fuente: Propia.



Anexo A4: Cuadro de Depreciación del Sistema de Filtración

Sistema de Filtración					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 5.600.000,00	Bs. 5.600.000,00	Bs. 5.600.000,00	Bs. 5.600.000,00	Bs. 5.600.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 280.000,00	Bs. 280.000,00	Bs. 280.000,00	Bs. 280.000,00	Bs. 280.000,00
Valor Depreciable	Bs. 5.320.000,00	Bs. 5.320.000,00	Bs. 5.320.000,00	Bs. 5.320.000,00	Bs. 5.320.000,00
Depreciación del Período	Bs. 1.064.000,00	Bs. 1.064.000,00	Bs. 1.064.000,00	Bs. 1.064.000,00	Bs. 1.064.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 1.064.000,00	Bs. 2.128.000,00	Bs. 3.192.000,00	Bs. 4.256.000,00	Bs. 5.320.000,00
Valor en Libros	Bs. 4.536.000,00	Bs. 3.472.000,00	Bs. 2.408.000,00	Bs. 1.344.000,00	Bs. 280.000,00

Anexo A 4: Cuadro de Depreciación del Sistema de Filtración.

Fuente: Propia.

Anexo A5: Cuadro de Depreciación del Sistema Sensor de Movimiento

Sistema Sensor de Movimiento de Cadenas					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 22.000.000,00	Bs. 22.000.000,00	Bs. 22.000.000,00	Bs. 22.000.000,00	Bs. 22.000.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 1.100.000,00	Bs. 1.100.000,00	Bs. 1.100.000,00	Bs. 1.100.000,00	Bs. 1.100.000,00
Valor Depreciable	Bs. 20.900.000,00	Bs. 20.900.000,00	Bs. 20.900.000,00	Bs. 20.900.000,00	Bs. 20.900.000,00
Depreciación del Período	Bs. 4.180.000,00	Bs. 4.180.000,00	Bs. 4.180.000,00	Bs. 4.180.000,00	Bs. 4.180.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 4.180.000,00	Bs. 8.360.000,00	Bs. 12.540.000,00	Bs. 16.720.000,00	Bs. 20.900.000,00
Valor en Libros	Bs. 17.820.000,00	Bs. 13.640.000,00	Bs. 9.460.000,00	Bs. 5.280.000,00	Bs. 1.100.000,00

Anexo A 5: Cuadro de Depreciación del Sistema Sensor de Movimiento.

Fuente: Propia.

Anexo A6: Cuadro de Depreciación del Sistema de Poleas

Sistema de Poleas					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 3.000.000,00	Bs. 3.000.000,00	Bs. 3.000.000,00	Bs. 3.000.000,00	Bs. 3.000.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 150.000,00	Bs. 150.000,00	Bs. 150.000,00	Bs. 150.000,00	Bs. 150.000,00
Valor Depreciable	Bs. 2.850.000,00	Bs. 2.850.000,00	Bs. 2.850.000,00	Bs. 2.850.000,00	Bs. 2.850.000,00
Depreciación del Período	Bs. 570.000,00	Bs. 570.000,00	Bs. 570.000,00	Bs. 570.000,00	Bs. 570.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 570.000,00	Bs. 1.140.000,00	Bs. 1.710.000,00	Bs. 2.280.000,00	Bs. 2.850.000,00
Valor en Libros	Bs. 2.430.000,00	Bs. 1.860.000,00	Bs. 1.290.000,00	Bs. 720.000,00	Bs. 150.000,00

Anexo A 6: Cuadro de Depreciación del Sistema de Poleas.

Fuente: Propia.



Anexo A7: Cuadro de Depreciación del Sistema de Motores para las Poleas

Sistema de Motores para las Poleas					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00	Bs. 2.500.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00	Bs. 125.000,00
Valor Depreciable	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00	Bs. 2.375.000,00
Depreciación del Período	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00	Bs. 475.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 475.000,00	Bs. 950.000,00	Bs. 1.425.000,00	Bs. 1.900.000,00	Bs. 2.375.000,00
Valor en Libros	Bs. 2.025.000,00	Bs. 1.550.000,00	Bs. 1.075.000,00	Bs. 600.000,00	Bs. 125.000,00

Anexo A 7: Cuadro de Depreciación del Sistema de Motores para las Poleas.

Fuente: Propia.

Anexo A8: Cuadro de Depreciación de los Contenedores de Transporte

Contenedores de Transporte					
Año	1	2	3	4	5
Costo	Bs. 4.200.000,00	Bs. 4.200.000,00	Bs. 4.200.000,00	Bs. 4.200.000,00	Bs. 4.200.000,00
% Valor de Salvamento 5%	Bs. 210.000,00	Bs. 210.000,00	Bs. 210.000,00	Bs. 210.000,00	Bs. 210.000,00
Valor Depreciable	Bs. 3.990.000,00	Bs. 3.990.000,00	Bs. 3.990.000,00	Bs. 3.990.000,00	Bs. 3.990.000,00
Depreciación del Período	Bs. 798.000,00	Bs. 798.000,00	Bs. 798.000,00	Bs. 798.000,00	Bs. 798.000,00
Depreciación Acumulada	Bs. 798.000,00	Bs. 1.596.000,00	Bs. 2.394.000,00	Bs. 3.192.000,00	Bs. 3.990.000,00
Valor en Libros	Bs. 3.402.000,00	Bs. 2.604.000,00	Bs. 1.806.000,00	Bs. 1.008.000,00	Bs. 210.000,00

Anexo A 8: Cuadro de Depreciación de los Contenedores de Transporte.

Fuente: Propia.



Anexo B

Ventas Estimadas Escenario 1



Anexo B1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.008 en el Escenario 1, detallados por diámetros

2008 - Escenario 1	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	<i>Total por Mes</i>
Enero	1,85	3,58	5,17	3,03	3,29	2,34	2,26	21,52
Febrero	1,89	3,66	5,27	3,10	3,36	2,38	2,30	21,97
Marzo	2,41	4,66	6,72	3,95	4,28	3,04	2,93	28,00
Abril	2,87	5,55	8,01	4,70	5,11	3,62	3,50	33,36
Mayo	4,78	9,23	13,32	7,82	8,49	6,02	5,81	55,46
Junio	4,25	8,22	11,86	6,96	7,56	5,36	5,17	49,38
Julio	2,89	5,58	8,05	4,73	5,13	3,64	3,51	33,52
Agosto	2,97	5,75	8,29	4,87	5,28	3,75	3,62	34,54
Septiembre	3,58	6,91	9,97	5,85	6,35	4,51	4,35	41,51
Octubre	2,89	5,58	8,05	4,73	5,13	3,64	3,52	33,55
Noviembre	2,79	5,38	7,77	4,56	4,95	3,51	3,39	32,34
Diciembre	1,62	3,14	4,52	2,66	2,88	2,05	1,98	18,85
<i>Total por Diámetro</i>	34,80	67,23	97,00	56,96	61,82	43,86	42,34	404,00

Anexo B 1: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 1.

Fuente: Propia.

Anexo B1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.009 en el Escenario 1, detallados por diámetros

2009 - Escenario 1	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	<i>Total por Mes</i>
Enero	1,95	3,76	5,42	3,18	3,46	2,45	2,37	22,58
Febrero	1,99	3,84	5,53	3,25	3,53	2,50	2,42	23,05
Marzo	2,53	4,89	7,05	4,14	4,50	3,19	3,08	29,38
Abril	3,02	5,83	8,41	4,94	5,36	3,80	3,67	35,02
Mayo	5,01	9,69	13,98	8,21	8,91	6,32	6,10	58,21
Junio	4,46	8,62	12,44	7,31	7,93	5,63	5,43	51,82
Julio	3,03	5,85	8,45	4,96	5,38	3,82	3,69	35,18
Agosto	3,12	6,03	8,70	5,11	5,55	3,94	3,80	36,25
Septiembre	3,75	7,25	10,46	6,14	6,67	4,73	4,57	43,57
Octubre	3,03	5,86	8,45	4,96	5,39	3,82	3,69	35,21
Noviembre	2,92	5,65	8,15	4,79	5,19	3,69	3,56	33,95
Diciembre	1,70	3,29	4,75	2,79	3,03	2,15	2,07	19,78
<i>Total por Diámetro</i>	36,52	70,56	101,80	59,78	64,88	46,04	44,44	424,00

Anexo B 2: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 1.

Fuente: Propia.



Anexo B1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.010 en el Escenario 1, detallados por diámetros

2010 - Escenario 1	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	Total por Mes
Enero	2,06	3,99	5,75	3,38	3,67	2,60	2,51	23,97
Febrero	2,11	4,07	5,87	3,45	3,74	2,66	2,56	24,47
Marzo	2,69	5,19	7,49	4,40	4,77	3,39	3,27	31,19
Abril	3,20	6,18	8,92	5,24	5,69	4,03	3,89	37,16
Mayo	5,32	10,28	14,83	8,71	9,45	6,71	6,47	61,78
Junio	4,74	9,15	13,20	7,75	8,42	5,97	5,76	55,00
Julio	3,22	6,21	8,96	5,26	5,71	4,05	3,91	37,34
Agosto	3,31	6,40	9,24	5,42	5,89	4,18	4,03	38,47
Septiembre	3,98	7,70	11,10	6,52	7,08	5,02	4,85	46,24
Octubre	3,22	6,22	8,97	5,27	5,72	4,06	3,92	37,37
Noviembre	3,10	6,00	8,65	5,08	5,51	3,91	3,78	36,03
Diciembre	1,81	3,49	5,04	2,96	3,21	2,28	2,20	20,99
Total por Diámetro	38,76	74,89	108,04	63,44	68,85	48,86	47,16	450,00

Anexo B 3: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.010 en el Escenario 1.

Fuente: Propia.

Anexo B1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.011 en el Escenario 1, detallados por diámetros

2011 - Escenario 1	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	Total por Mes
Enero	2,20	4,25	6,14	3,60	3,91	2,78	2,68	25,57
Febrero	2,25	4,34	6,27	3,68	3,99	2,83	2,74	26,10
Marzo	2,87	5,54	7,99	4,69	5,09	3,61	3,49	33,27
Abril	3,41	6,60	9,52	5,59	6,07	4,30	4,15	39,64
Mayo	5,68	10,97	15,82	9,29	10,08	7,15	6,91	65,90
Junio	5,05	9,76	14,09	8,27	8,98	6,37	6,15	58,67
Julio	3,43	6,63	9,56	5,61	6,09	4,32	4,17	39,83
Agosto	3,53	6,83	9,85	5,79	6,28	4,46	4,30	41,04
Septiembre	4,25	8,21	11,84	6,95	7,55	5,36	5,17	49,32
Octubre	3,43	6,63	9,57	5,62	6,10	4,33	4,18	39,86
Noviembre	3,31	6,40	9,23	5,42	5,88	4,17	4,03	38,43
Diciembre	1,93	3,73	5,38	3,16	3,43	2,43	2,35	22,39
Total por Diámetro	41,34	79,88	115,24	67,67	73,44	52,12	50,30	480,00

Anexo B 4: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.011 en el Escenario 1.

Fuente: Propia.



Anexo B1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.012 en el Escenario 1, detallados por diámetros

2012 - Escenario 1	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	Total por Mes
Enero	2,36	4,56	6,57	3,86	4,19	2,97	2,87	27,38
Febrero	2,41	4,65	6,71	3,94	4,28	3,03	2,93	27,95
Marzo	3,07	5,93	8,55	5,02	5,45	3,87	3,73	35,62
Abril	3,66	7,06	10,19	5,98	6,50	4,61	4,45	42,45
Mayo	6,08	11,74	16,94	9,95	10,80	7,66	7,40	70,57
Junio	5,41	10,45	15,08	8,86	9,61	6,82	6,58	62,82
Julio	3,67	7,10	10,24	6,01	6,53	4,63	4,47	42,65
Agosto	3,78	7,31	10,55	6,20	6,72	4,77	4,61	43,94
Septiembre	4,55	8,79	12,68	7,45	8,08	5,73	5,54	52,82
Octubre	3,68	7,10	10,25	6,02	6,53	4,63	4,47	42,68
Noviembre	3,54	6,85	9,88	5,80	6,30	4,47	4,31	41,15
Diciembre	2,07	3,99	5,76	3,38	3,67	2,60	2,51	23,98
Total por Diámetro	44,27	85,54	123,41	72,46	78,65	55,81	53,87	514,00

Anexo B 5: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.012 en el Escenario 1.

Fuente: Propia.



Anexo C

Ventas Estimadas Escenario 2



Anexo C1: Pronóstico de Ventas para el Año 2.008 en el Escenario 2, detallados por diámetros

2008 - Escenario 2	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	Total por Mes
Enero	1,48	2,86	4,13	2,43	2,63	1,87	1,80	17,21
Febrero	1,51	2,92	4,22	2,48	2,69	1,91	1,84	17,57
Marzo	1,93	3,73	5,38	3,16	3,43	2,43	2,35	22,40
Abril	2,30	4,44	6,41	3,76	4,08	2,90	2,80	26,69
Mayo	3,82	7,38	10,65	6,26	6,79	4,82	4,65	44,37
Junio	3,40	6,57	9,48	5,57	6,04	4,29	4,14	39,50
Julio	2,31	4,46	6,44	3,78	4,10	2,91	2,81	26,82
Agosto	2,38	4,60	6,63	3,90	4,23	3,00	2,90	27,63
Septiembre	2,86	5,53	7,97	4,68	5,08	3,61	3,48	33,21
Octubre	2,31	4,47	6,44	3,78	4,11	2,91	2,81	26,84
Noviembre	2,23	4,31	6,21	3,65	3,96	2,81	2,71	25,88
Diciembre	1,30	2,51	3,62	2,13	2,31	1,64	1,58	15,08
<i>Total por Diámetro</i>	27,84	53,79	77,60	45,56	49,45	35,09	33,87	323,20

Anexo C 1: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.008 en el Escenario 2.

Fuente: Propia.

Anexo C2: Pronóstico de Ventas para el Año 2.009 en el Escenario 2, detallados por diámetros

2009 - Escenario 2	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	Total por Mes
Enero	1,56	3,01	4,34	2,55	2,76	1,96	1,89	18,07
Febrero	1,59	3,07	4,43	2,60	2,82	2,00	1,93	18,44
Marzo	2,02	3,91	5,64	3,31	3,60	2,55	2,46	23,51
Abril	2,41	4,66	6,73	3,95	4,29	3,04	2,94	28,01
Mayo	4,01	7,75	11,18	6,57	7,13	5,06	4,88	46,57
Junio	3,57	6,90	9,95	5,84	6,34	4,50	4,34	41,46
Julio	2,42	4,68	6,76	3,97	4,31	3,06	2,95	28,14
Agosto	2,50	4,83	6,96	4,09	4,44	3,15	3,04	29,00
Septiembre	3,00	5,80	8,37	4,91	5,33	3,78	3,65	34,85
Octubre	2,43	4,69	6,76	3,97	4,31	3,06	2,95	28,17
Noviembre	2,34	4,52	6,52	3,83	4,16	2,95	2,85	27,16
Diciembre	1,36	2,63	3,80	2,23	2,42	1,72	1,66	15,82
<i>Total por Diámetro</i>	29,21	56,45	81,44	47,82	51,90	36,83	35,55	339,20

Anexo C 2: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.009 en el Escenario 2.

Fuente: Propia.

Anexo C3: Pronóstico de Ventas para el Año 2.010 en el

**Escenario 2, detallados por diámetros**

2010 - Escenario 2	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	<i>Total por Mes</i>
Enero	1,65	3,19	4,60	2,70	2,93	2,08	2,01	19,18
Febrero	1,69	3,26	4,70	2,76	2,99	2,13	2,05	19,57
Marzo	2,15	4,15	5,99	3,52	3,82	2,71	2,61	24,95
Abril	2,56	4,95	7,14	4,19	4,55	3,23	3,12	29,73
Mayo	4,26	8,22	11,87	6,97	7,56	5,37	5,18	49,42
Junio	3,79	7,32	10,56	6,20	6,73	4,78	4,61	44,00
Julio	2,57	4,97	7,17	4,21	4,57	3,24	3,13	29,87
Agosto	2,65	5,12	7,39	4,34	4,71	3,34	3,23	30,78
Septiembre	3,19	6,16	8,88	5,22	5,66	4,02	3,88	36,99
Octubre	2,57	4,98	7,18	4,21	4,57	3,25	3,13	29,90
Noviembre	2,48	4,80	6,92	4,06	4,41	3,13	3,02	28,82
Diciembre	1,45	2,79	4,03	2,37	2,57	1,82	1,76	16,79
<i>Total por Diámetro</i>	31,01	59,91	86,43	50,75	55,08	39,09	37,73	360,00

Anexo C 3: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.010 en el Escenario 2.

Fuente: Propia.

Anexo C4: Pronóstico de Ventas para el Año 2.011 en el Escenario 2, detallados por diámetros

2011 - Escenario 2	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	<i>Total por Mes</i>
Enero	1,76	3,40	4,91	2,88	3,13	2,22	2,14	20,45
Febrero	1,80	3,47	5,01	2,94	3,19	2,27	2,19	20,88
Marzo	2,29	4,43	6,39	3,75	4,07	2,89	2,79	26,61
Abril	2,73	5,28	7,61	4,47	4,85	3,44	3,32	31,71
Mayo	4,54	8,77	12,66	7,43	8,07	5,72	5,52	52,72
Junio	4,04	7,81	11,27	6,62	7,18	5,10	4,92	46,93
Julio	2,74	5,30	7,65	4,49	4,87	3,46	3,34	31,86
Agosto	2,83	5,46	7,88	4,63	5,02	3,56	3,44	32,83
Septiembre	3,40	6,57	9,47	5,56	6,04	4,28	4,14	39,46
Octubre	2,75	5,31	7,66	4,50	4,88	3,46	3,34	31,89
Noviembre	2,65	5,12	7,38	4,33	4,70	3,34	3,22	30,74
Diciembre	1,54	2,98	4,30	2,53	2,74	1,95	1,88	17,91
<i>Total por Diámetro</i>	33,07	63,90	92,19	54,14	58,76	41,69	40,24	384,00

Anexo C 4: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.011 en el Escenario 2.

Fuente: Propia.

Anexo C5: Pronóstico de Ventas para el Año 2.012 en el



Escenario 2, detallados por diámetros

2012 - Escenario 2	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	<i>Total por Mes</i>
Enero	1,89	3,64	5,26	3,09	3,35	2,38	2,30	21,90
Febrero	1,93	3,72	5,37	3,15	3,42	2,43	2,34	22,36
Marzo	2,45	4,74	6,84	4,02	4,36	3,09	2,99	28,50
Abril	2,92	5,65	8,15	4,79	5,20	3,69	3,56	33,96
Mayo	4,86	9,39	13,55	7,96	8,64	6,13	5,92	56,45
Junio	4,33	8,36	12,07	7,09	7,69	5,46	5,27	50,26
Julio	2,94	5,68	8,19	4,81	5,22	3,70	3,58	34,12
Agosto	3,03	5,85	8,44	4,96	5,38	3,82	3,68	35,15
Septiembre	3,64	7,03	10,14	5,96	6,47	4,59	4,43	42,25
Octubre	2,94	5,68	8,20	4,81	5,22	3,71	3,58	34,15
Noviembre	2,84	5,48	7,90	4,64	5,04	3,57	3,45	32,92
Diciembre	1,65	3,19	4,61	2,70	2,94	2,08	2,01	19,18
<i>Total por Diámetro</i>	35,42	68,43	98,72	57,97	62,92	44,65	43,09	411,20

Anexo C 5: Pronóstico de Ventas en Toneladas para el Año 2.012 en el Escenario 2.

Fuente: Propia.



Anexo D

Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades asociadas a la Alternativa 2



Anexo D1: Oportunidades y Amenazas asociadas a la Alternativa 2

Oportunidades	Amenazas
• Un mercado ávido de cadenas eslabonadas de acero y galvanizadas electrolíticamente, capaz de sostener de forma rentable la producción. • Aprobación del cliente acerca de la calidad del producto final de Metal Mecánica Trinacria. • Posibilidad de expansión y soporte a mercados internacionales. • Acceso a un préstamo financiero por parte de una entidad financiera gubernamental con condiciones favorables a la empresa. • Acceso a personas con conocimientos en el área de galvanizado, las cuales pueden brindar apoyo técnico, conocimientos y experiencia para la consolidar el sistema de galvanizado electrolítico propuesto.	• Situación económica del país inestable, desfavorable para la creación, desarrollo e implantación de proyectos. • Año de implantación del proyecto coincide con año posterior a la reforma constitucional y a la reconversión monetaria nacional, lo que podría llegar a ser una ventaja o una desventaja. • Problemas de gestión con respecto a las permisologías gubernamentales por la compra y manejo de sustancia peligrosas. • Incertidumbre por estabilidad en la importación oportuna del diámetro de alambón que se trae de Trinidad y Tobago. • Incertidumbre por la estabilidad del abastecimiento oportuno de alambón por parte de SIDOR. • Incertidumbre por la estabilidad del abastecimiento oportuno de los químicos necesarios para el galvanizado electrolítico.

Anexo D 1: Oportunidades y Amenazas para la Empresa y el Proyecto.

Fuente: Propia.



Anexo D2: Debilidades y Fortalezas asociadas a la Alternativa 2

Fortalezas	Debilidades
• Para los dos escenarios establecidos, presenta valores presentes netos menores a los observados para la Alternativa 1 en el horizonte de cinco (5) años planteado; Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno, a favor de la inversión. • Representa un aumento en el nivel de automatización del proceso de galvanizado y envasado. • Permite la cercanía al producto para corregir cualquier defecto en el acabado del galvanizado y el control de la calidad del mismo. • Establece un aumento en el valor de la empresa por poseer un equipo de diseño propio para la realización del galvanizado para cadenas eslabonadas. • Facilita las labores de envasado por ser un sistema de galvanizado que maneja la cadena eslabonada de forma continua y no a granel. • Aporta una reducción de recursos: tiempo y dinero. • Su impacto en la reducción de los costos da potencial a un estudio que se enfoque a la posibilidad de reducir el precio de venta, para hacer a la empresa más competitiva. • La ejecución del proceso es relativamente simple, debido a que el sistema de galvanizado funciona automáticamente, y solo debe ser supervisado. • Monto de inversión menor al ahorro en costos generado para el primer año, en ambos escenarios. • Se poseen parte de los equipos, dentro de la empresa.	• El proceso es sensible a fallas en el flujo de la cadena a lo largo del conjunto de tanques, y se debe contar con un sistema de sensores aptos para detectar variaciones del flujo a tiempo. • Requiere de supervisión constante. • Es necesario que los ingenieros de la empresa inviertan tiempo en la elaboración o compra de los equipos que aun no se encuentran en la fábrica. • Requiere la contratación de personal nuevo. • Involucra un riesgo de inversión.

Anexo D 2: Fortalezas y Debilidades para la Empresa y el Proyecto.

Fuente: Propia.